



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD APLICANDO GESTIÓN POR  
PROCESOS EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE FAJILLAS PARA BEBIDAS  
EN LA FÁBRICA DE EMPAQUES PLÁSTICOS FLEXOFAMA

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

Profesor Guía  
MSc. Aníbal Andrés Cevallos Jaramillo

Autor  
Jairo Rodrigo López Hormaza

Año  
2016

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, 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.”

---

Aníbal Andrés Cevallos Jaramillo  
MSc. en Ingeniería Industrial  
C.I.: 170531028-0

## **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.”

---

Jairo Rodrigo López Hormaza

C.I.:171609668-8

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre, Silvia Hormaza, por su apoyo incondicional a lo largo de todo el camino para lograr alcanzar mis metas. A mis profesores de carrera, por formarme como profesional. A mi profesor guía, Andrés Cevallos, por dirigirme durante el desarrollo de este proyecto. A mis amigos, especialmente a mis compañeros de carrera, Santiago Maldonado y Gabriela Recalde, por brindarme su ayuda y su invaluable amistad.

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño, dedico este proyecto a toda mi familia. En especial a mi madre, Silvia, mi hermano, Federico y mi tía, Narcisa, por darme amor y fortaleza para seguir adelante. A mis profesores, amigos y todas las personas que me supieron apoyar intelectual y emocionalmente para la culminación de este proyecto.

## RESUMEN

En la actualidad la productividad es uno de los factores clave que asegura el éxito y perduración de una empresa a lo largo de los años, en especial por los altos niveles de competitividad en el mercado, además de un cliente que exige productos y servicios de calidad con tiempos de entrega ágiles. Por esta razón el mejoramiento continuo y aumento de la productividad se ha convertido en tendencia entre las empresas.

Este proyecto va enfocado a la empresa de transformación de empaques flexibles, Flexofama, en la línea de producción de etiquetas para bebidas embotelladas. Aquí se aplicaron herramientas y metodologías de gestión por procesos para alcanzar los objetivos planteados, dirigidos al mejoramiento de la productividad. Se realizó un estudio del trabajo y de los tiempos, el mapeo de la cadena de valor y una simulación de los procesos de la línea, para la identificación y propuesta de oportunidades de mejora que logren optimizar las operaciones productivas. Las propuestas de mejora fueron sometidas a pruebas exhaustivas que comprobaron la validez de las mejoras. Se demostró que la aplicación del proyecto tiene como resultado ahorros económicos significativos para la empresa, reduciendo la cantidad de recursos que se deben aplicar para la producción y generando mayor utilidad.

## **ABSTRACT**

At the present time, productivity it is one of the key factors that ensures success and continued existence of a company over time, especially because of the high levels of competitiveness that the market has. Also customers demand quality products and services, with agile delivery times. For this reason, continuous improvement and increased productivity has become a trend among companies.

This project was focused on the company of flexible packaging, Flexofama, in the production line of labels for bottled drinks. Here process management tools and methodologies were applied, to accomplish traced objectives that were aimed at improving productivity. We did a work and time study, also value stream mapping and further on a simulation of the processes for the production line, to identify and offer improvement opportunities that achieve optimized production operations. Improvement offers were submitted to extensive testing that proved their validity. It was shown that the application of the project resulted in significant cost savings for the company, reducing the amount of resources applied in production and generating higher profits.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Alcance .....	3
1.3 Justificación .....	3
1.4 Objetivo General.....	5
1.5 Objetivos Específicos .....	5
2. MARCO REFERENCIAL.....	6
2.1 Gestión por Procesos.....	6
2.1.1 Definición de Proceso .....	7
2.1.2 Elementos de un Proceso.....	8
2.1.3 Mapa de Procesos.....	9
2.1.4 Diagrama SIPOC .....	10
2.1.5 Diagramación BPMN .....	11
2.2 Estudio del Trabajo .....	13
2.2.1 Estudio de Tiempos .....	13
2.3 VSM (Mapeo de la Cadena de Valor).....	22
2.3.1 Etapas del VSM .....	23
2.4 Indicadores de Gestión .....	25
2.4.1 Eficiencia .....	25
2.4.2 Eficacia .....	26
2.4.3 Calidad.....	26
2.4.4 Productividad .....	26
2.5 Lean Manufacturing.....	32

2.5.1 Kaizen - Mejora Continua .....	33
2.5.2 Metodología 5S's – Orden y Limpieza .....	34
2.5.3 Andon (Control Visual).....	35
2.5.4 SMED (Preparaciones Rápidas).....	36
<b>3. SITUACIÓN ACTUAL.....</b>	<b>39</b>
3.1 Actividades Iniciales .....	39
3.1.1 Entrevistas .....	39
3.1.2 Inducción al Personal.....	40
3.2 Información Inicial .....	40
3.2.1 Ventas de la Empresa.....	40
3.2.2 Mapa de Procesos .....	41
3.2.3 Diagrama SIPOC .....	42
3.2.4 Distribución de la Planta de Producción .....	44
3.3 Información del Proceso .....	45
3.3.1 Materia Prima .....	46
3.3.2 Maquinaria .....	47
3.3.3 Desplazamiento de línea de producción de fajillas .....	50
3.3.4 Descripción del Proceso .....	52
3.4 Estudio del Trabajo .....	55
3.4.1 Estudio de Tiempos .....	56
3.4.2 Análisis del Estudio del Trabajo.....	62
3.5 VSM.....	66
3.5.1 Familia de Productos .....	66
3.5.2 VSM Actual .....	67
3.6 Simulación del Estado Actual.....	70

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA .....	74
4.1 Oportunidades de Mejora .....	74
4.2 Propuesta de Mejora – Proceso de Impresión .....	74
4.2.1 Orden y Limpieza 5S's .....	74
4.2.2 Andon .....	76
4.2.3 Máquina FLEXIPROOF 100 .....	77
4.2.4 SMED .....	81
4.3 Análisis de la Propuesta de Mejora.....	84
4.3.1 Descripción del Proceso de Impresión Mejorado.....	84
4.3.2 Tiempos de Impresión Mejorados.....	85
4.3.3 VSM Futuro.....	90
4.3.4 Simulación de la Propuesta .....	92
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	96
5.1 Análisis Económico – Situación Actual .....	96
5.1.1 Resumen de Costos y Gastos .....	96
5.1.2 Estado de Pérdidas y Ganancias.....	97
5.2 Análisis Económico – Propuesta de Mejora.....	98
5.2.1 Inversión .....	98
5.2.2 Amortización del Préstamo .....	98
5.2.3 Resumen de Costos y Gastos – Propuesta de Mejora .....	99
5.2.4 Estado de Pérdidas y Ganancias – Propuesta de Mejora.....	101
5.2.5 Factibilidad.....	102
5.2.6 Estado de Pérdidas y Ganancias – Después de Inversión .....	104
5.2.7 Ingresos por Posible Ahorro .....	105
5.4 Productividad.....	106

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	108
6.1 Conclusiones .....	108
6.2 Recomendaciones .....	109
REFERENCIAS .....	112
ANEXOS .....	114

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Logo de Flexofama.....	1
Figura 2. Porcentaje de Ventas 2015 - Flexofama .....	2
Figura 3. Ciclo de Deming .....	7
Figura 4. Elementos de un Proceso .....	9
Figura 5. Mapa de Procesos General.....	10
Figura 6. Diagrama SIPOC General.....	11
Figura 7. Formato de Estudio de Tiempos - Tiempo Básico .....	16
Figura 8. Simbología ANSI General .....	17
Figura 9. Formato de Estudio de Tiempos - Tiempo Estándar .....	21
Figura 10. Entradas y Salidas de Procesos .....	27
Figura 11. Diagrama de Ventas 2015 - Flexofama.....	41
Figura 12. Mapa de Procesos Flexofama – Fajillas para Bebidas.....	42
Figura 13. Diagrama SIPOC Flexofama - Fajillas para Bebidas.....	43
Figura 14. Plano del Galpón de Producción - Flexofama .....	45
Figura 15. Proceso de Extrusión .....	48
Figura 16. Proceso de Impresión Flexográfica .....	49
Figura 17. Desplazamiento de Procesos de Extrusión e Impresión .....	51
Figura 18. Desplazamiento de Procesos de Sellado Lateral, Corte y Precorte	52
Figura 19. Tiempo de Ciclo de Extrusión .....	57
Figura 20. Tiempo de Ciclo de Impresión.....	59
Figura 21. Tiempo de Ciclo de Sellado .....	60
Figura 22. Tiempo de Ciclo de Precorte.....	61
Figura 23. Tiempo de Ciclo de Corte.....	62
Figura 24. VSM Actual .....	68
Figura 25. Diagrama Takt Time vs. Tiempo de Ciclo .....	70

Figura 26. Simulación del Estado Actual – Flexsim.....	71
Figura 27. Datos de la Simulación del Estado Actual - Flexsim .....	72
Figura 28. Imágenes de Áreas de Trabajo - Flexofama .....	75
Figura 29. FLEXIPROOF 100.....	78
Figura 30. Tiempo de Ciclo de Impresión Mejorado .....	86
Figura 31. Estado Inicial vs Propuesta de Mejora .....	87
Figura 32. VSM Futuro .....	90
Figura 33. Comparación Takt Time vs. Tiempo de Ciclo Propuesto .....	92
Figura 34. Simulación Estado Futuro – Flexsim .....	93
Figura 35. Datos de la Simulación del Estado Futuro - Flexsim.....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Elementos BPMN .....	12
Tabla 2. Ciclos a Observar .....	15
Tabla 3. Valoración de Habilidad y Esfuerzo.....	16
Tabla 4. Valoración con Estándares de Fatiga – Suplementos Constantes.....	19
Tabla 5. Valoración con Estándares de Fatiga – Suplementos Variables .....	20
Tabla 6. Simbología VSM.....	22
Tabla 7. Detalle de la Maquinaria.....	50
Tabla 8. Desplazamiento de Procesos de Extrusión e Impresión .....	51
Tabla 9. Desplazamiento de Procesos de Sellado Lateral, Corte y Precorte ...	52
Tabla 10. Venta de Fajillas Enero 2015 .....	55
Tabla 11. Frecuencia de Pedidos de Impresión por Colores.....	58
Tabla 12. Tiempo de Ciclo, Preparación y Producción.....	63
Tabla 13. Tiempo Disponible del Turno de Trabajo.....	64
Tabla 14. Desperdicio de Material en Kilogramos.....	64
Tabla 15. Paquetes de Producción .....	65
Tabla 16. Tiempo Operativo .....	65
Tabla 17. Familia de Productos.....	66
Tabla 18. Partes de la FLEXIPROOF 100.....	79
Tabla 19. Especificaciones de la FLEXIPROOF 100 .....	79
Tabla 20. SMED – Fase 1 .....	81
Tabla 21. SMED – Fase 2 .....	82
Tabla 22. Tiempo de Impresión Inicial vs Propuesta de Mejora.....	87
Tabla 23. Paquetes de Producción – Propuesta .....	89
Tabla 24. Tiempos Operativo – Propuesta.....	90
Tabla 25. Resumen de Costos y Gastos – Actual.....	96

Tabla 26. Estado de Pérdidas y Ganancias .....	97
Tabla 27. Inversiones .....	98
Tabla 28. Amortización del Préstamo.....	99
Tabla 29. Resumen de Costos y Gastos – Propuesta de Mejora.....	100
Tabla 30. Estado de Pérdidas y Ganancias – Propuesta de Mejora .....	102
Tabla 31. Factibilidad de Inversión.....	103
Tabla 32. Estado de Pérdidas y Ganancias – Después de Inversión.....	104
Tabla 33. Estado de Pérdidas y Ganancias - Ingresos por Posible Ahorro....	105
Tabla 34. Aumento de la Productividad.....	106

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

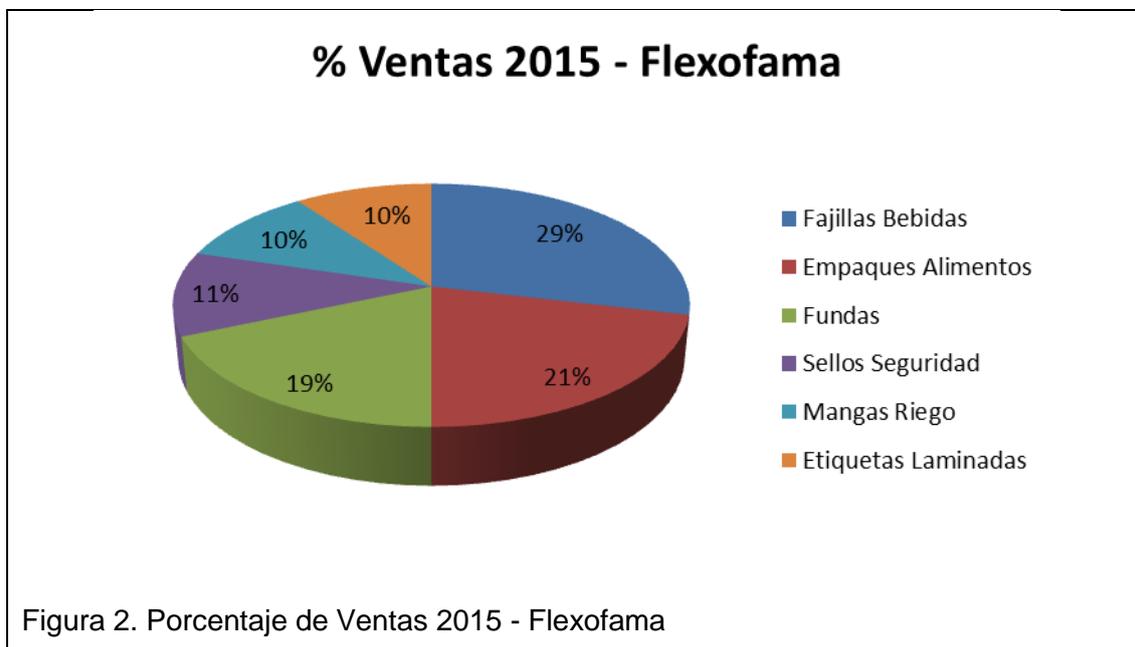
“Flexofama Cia. Ltda.” es una empresa ecuatoriana, ubicada en la ciudad de Quito, que lleva alrededor de 15 años en el país. Es una empresa mediana que se dedica a la transformación de empaques flexibles para uso diario, industrial, alimenticio y agrícola. Ofrecen a sus clientes una variada gama de productos plásticos como fajillas para bebidas, empaques para alimentos, fundas de uso común, empaques al vacío, sellos de seguridad para envases, mangas tubulares para riego, etiquetas laminadas, entre otros.



Actualmente la organización cuenta con 36 colaboradores, 27 dedicados a la producción y 9 administrativos. Se realizan jornadas laborales de un turno de 8 horas en el área administrativa de lunes a sábado. En planta se manejan 2 turnos de 8 horas, que suelen ser extendidos hasta las 12 horas con la aplicación de horas extras remuneradas de trabajo, para lograr cubrir la demanda. Las capacidades de producción de Flexofama, permiten que cubra la demanda de pedidos de PYMES (pequeñas y medianas empresas).

En general son 6 los tipos de productos que maneja Flexofama, aunque algunos de estos tienen derivados. El producto que destaca por su cantidad en ventas y mayor demanda son las fajillas para bebidas. Se considera, por la

empresa, el producto estrella y representa el 28,7% de los ingresos de la organización.



Las fajillas vienen a ser etiquetas selladas que se ajustan a la botella de manera manual, semiautomática y automática, dependiendo de las necesidades del cliente. Contienen el diseño y especificaciones del producto y se las elabora a partir de pellets de PEBD (polietileno de baja densidad) y tintas flexográficas. Su producción incluye los siguientes procesos:

- **Extrusión:** En este proceso se forman las bobinas de plástico, a través de una extrusora.
- **Impresión:** Las bobinas se colocan en una impresora flexográfica para la impresión del diseño.
- **Sellado:** Aquí se sellan los bordes de la bobina impresa.
- **Precortado:** Según petición del cliente, las fajillas son precortadas, obteniendo como producto final bobinas roll feed (rollos de alimentación).
- **Cortado:** Las fajillas también pueden ser cortadas individualmente para colocación manual.

La empresa maneja una estrategia de negocio Pull (bajo pedido), donde el cliente especifica las características del producto que desea. Estas características son introducidas durante la extrusión e impresión de fajillas. La estrategia Pull requiere de la rápida respuesta de la empresa al igual que flexibilidad de producción, lo cual se logra a por medio del conocimiento, control y mejora de las operaciones realizadas para la producción.

Hoy en día las empresas se ven interesadas en el constante mejoramiento de sus operaciones, para mantener y elevar sus índices de productividad y lo logran a partir de la aplicación de diversas metodologías, entre las cuales destaca la gestión por procesos. Este es un método sistemático destinado a la identificación, comprensión, medición, control y mejora continua de los procesos utilizados en el cumplimiento de los objetivos de una organización.

Para observar las imágenes que la empresa permitió publicar en este trabajo, recurrir al Anexo 1.

## **1.2 Alcance**

Este proyecto se enfoca en la línea de producción de etiquetas, para bebidas embotelladas, en la empresa Flexofama, donde se realizarán estudios de gestión por procesos y la aplicación de herramientas de mejora de la productividad para la optimización de los recursos de la empresa.

## **1.3 Justificación**

Actualmente los procesos productivos de la empresa se realizan de manera inconsistente, sin tomar en cuenta herramientas ni metodologías de optimización de los recursos que aumentarían la productividad empresarial y por ende su rentabilidad y competitividad. Según el Ing. Darío Torres, Jefe de Planta, a nivel general en su producción, la organización desconoce de técnicas de medición y evaluación de sus operaciones que determinen los tiempos y recursos necesarios para realizar sus productos.

La falta de conocimiento y medición de las operaciones de una empresa, le impide que logre controlar sus procesos y mantenga o mejore sus niveles de crecimiento y desarrollo. Flexofama realiza sus actividades en planta sin realizar análisis basados en mediciones, sino que utiliza información poco fiable e inconstante, que obtiene solo por experiencias del personal y experiencias en la planta de producción en general.

La escasa información no permite saber la cantidad de recursos empresariales que están siendo mal dirigidos o desperdiciados. Recursos tales como, costos hora hombre, costos hora máquina, costos por desperdicios, tiempos de producción de pedidos, entre otros factores que terminan afectando directamente a los ingresos de la empresa.

Sabemos que día a día la empresa debe pagar a sus operarios por tiempo extra de trabajo, lo cual extiende la jornada laboral de 8 hasta 12 horas. Se ha determinado, según la empresa, que este producto se lo debe elaborar durante el turno de la mañana, pero la producción también toma parte de la jornada laboral nocturna para lograr satisfacer la demanda diaria.

Por esta razón se tiene la necesidad de implementar metodologías y herramientas de gestión por procesos que permitan la aplicación de acciones de mejora para la reducción de desperdicio de tiempos y recursos utilizados durante la producción. Dichas optimizaciones serán traducidas en la mejora de la productividad de la empresa y a su vez en el incremento de los ingresos empresariales.

Los resultados del proyecto, si bien se enfocan en un solo producto, servirán como guía para el área de producción en general. Una de las razones es que el proceso de transformación para la mayoría de sus productos, siguen procedimientos iguales o similares entre sí. La otra es que los pasos del proyecto serán detallados, con la posibilidad de que se puedan reproducir los resultados en otros procesos.

## 1.4 Objetivo General

Mejorar la productividad en la fábrica de empaques plásticos Flexofama mediante la aplicación de gestión por procesos en la línea de producción de fajillas para bebidas.

## 1.5 Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento de los procesos y analizar la situación actual en la línea de producción de fajillas.
- Diagnosticar el estado de la situación actual mediante la realización del estudio del trabajo, el VSM actual y la simulación de los procesos.
- Definir y priorizar las oportunidades de mejora en base al cuello de botella de la línea de producción.
- Analizar y modelar los métodos y herramientas que se aplicarán para la mejora de la productividad.
- Evaluar los cambios de la propuesta de mejora mediante la realización del estudio del trabajo, el VSM futuro y la simulación de los procesos.
- Contrastar el análisis económico y el estado de la productividad de la *Situación Actual vs. Situación Propuesta*.

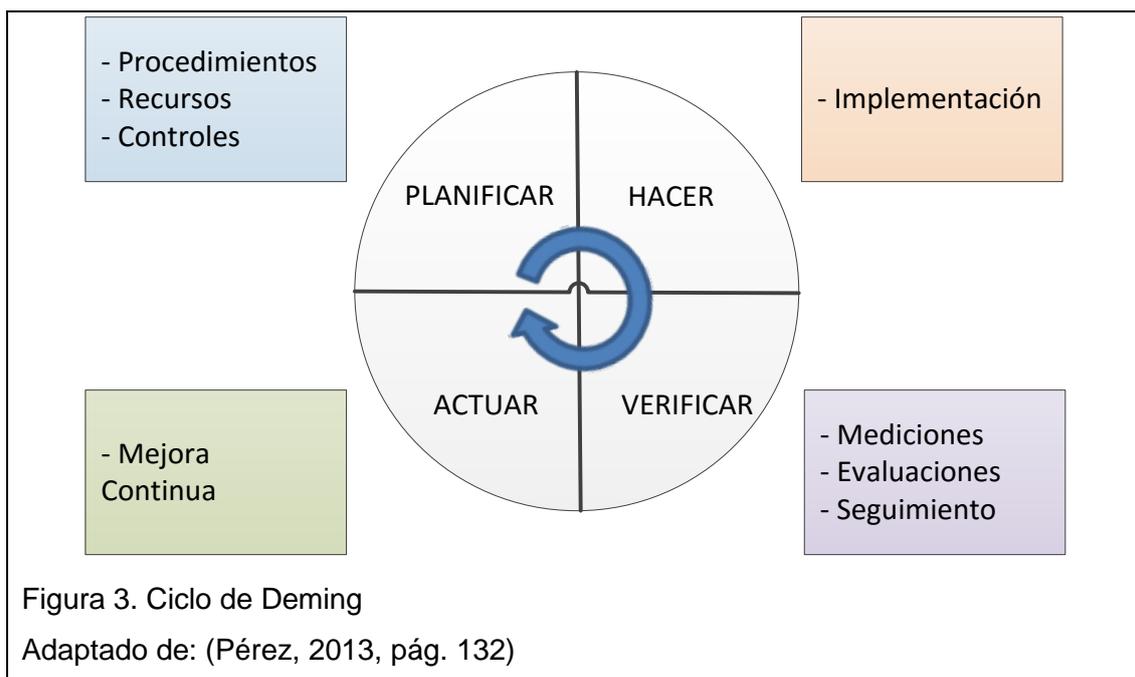
## 2. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 Gestión por Procesos

La Gestión por procesos se basa en la identificación, medición, control y mejora continua de los procesos utilizados por una organización para la elaboración el desarrollo de sus productos o servicios, con el fin de cumplir con los objetivos empresariales y buscar el aumento de la productividad de los procesos comprendidos en la organización. Dichas mejoras se logran a través de la comprensión y aplicación del ciclo de Deming, también conocido como ciclo PHVA por sus siglas en español (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar). (Agudelo & Escobar, 2010, págs. 20-21)

El ciclo de Deming se desencadena al existir objetivos a alcanzar por parte de la organización. Se deben tener los objetivos claros, es decir que sean específicos, medibles en cuanto a variables, alcanzables, realistas con respecto a sus recursos y temporizados, refiriéndose en cuanto tiempo estos objetivos deben ser cumplidos. (Pérez, 2013, págs. 128-129)

Con los objetivos definidos, se da inicio al ciclo, empezando por “Planificar” lo que se quiere alcanzar y ejecutar en los procesos. Dando paso así al “Hacer” donde se implanta lo previamente planificado y luego es controlado por la etapa de “Verificar”, que evalúa y mide lo ejecutado en el proceso. Finalmente el ciclo deja alternativas de mejora continua, con la etapa de “Actuar” que se refiere a optimizar constantemente los procesos de la organización. (Pérez, 2013, pág. 134)



En términos generales, lo que se busca con la gestión por procesos es el conseguir una organización efectiva al poder satisfacer las necesidades de todos los involucrados en la cadena de valor del producto o servicio ofertado por la empresa. Se debe recordar que la gestión por procesos va de la mano con distintas técnicas, teorías y herramientas específicas, destinadas para el mantenimiento y aumento de la productividad y con ello el valor agregado a nivel global de la organización. (Pérez, 2013, pág. 135)

### 2.1.1 Definición de Proceso

Es necesario tener un claro entendimiento de lo que un proceso es realmente, para poder comprender de mejor manera la técnica de la Gestión por Procesos. Entre las definiciones más básicas y aceptadas a nivel internacional de lo que es un proceso, se encuentra en la Norma Internacional ISO 9000: “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.” (ISO International Organization for Standardization, s.f)

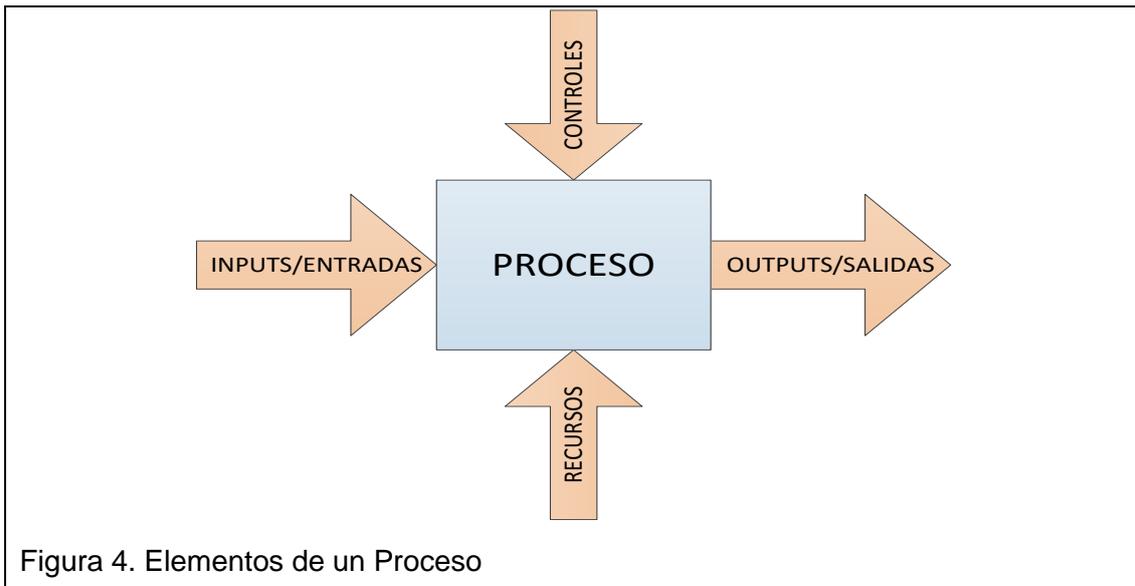
“Secuencia ordenada de actividades repetitivas cuyo producto tiene valor intrínseco pasa su usuario o cliente.” (Pérez, 2013, pág. 49)

Un proceso es la interacción entre actividades y tareas que mantienen un orden y sincronía, con el fin de generar un bien o agregar valor a un bien.

### 2.1.2 Elementos de un Proceso

Entre los elementos principales de un proceso tenemos:

- **Input/Entradas:** Las entradas son elementos indispensables como materiales, información o productos provenientes de otros procesos, para que sean consumidos y transformados en el proceso y obtener una salida (la salida de un proceso es la entrada de otro).
- **Recursos:** Son los mecanismos tecnológicos, humanos, físicos, financieros y en sí, los recursos necesarios para que el proceso sea ejecutable. Por ejemplo una máquina y un operador son considerados dentro de los recursos del proceso.
- **Control:** Se refiere a las restricciones y marco legal a los cuales se ven sujetos los procesos para que se puedan desarrollar. Incluyen normativas, reglas, leyes, políticas, regulaciones y procedimientos.
- **Actividades del proceso:** son las actividades y tareas dentro del proceso, que mantienen un orden e interrelación entre sí, con el fin de generar un bien o agregar valor a un bien, que vendría a ser la salida del proceso.
- **Output/Salida:** en la salida encontramos el resultado del proceso y este puede ser un producto o servicio, destinado a un cliente externo o interno. (Pérez, 2013, págs. 52-53)

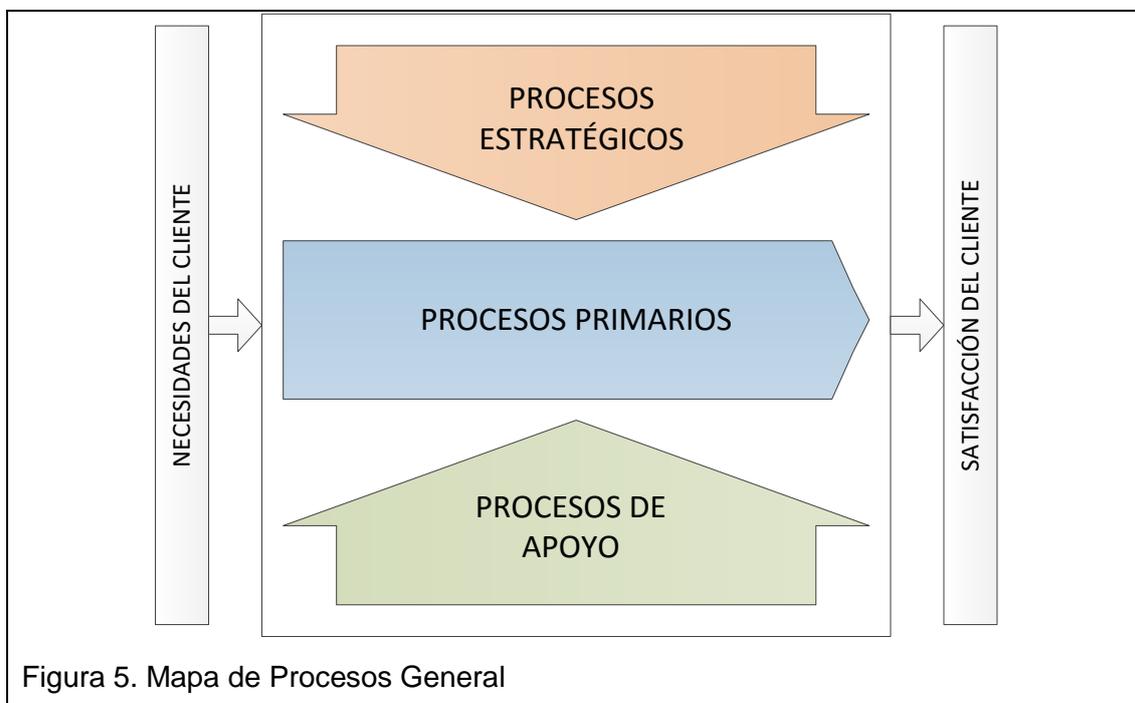


### 2.1.3 Mapa de Procesos

Un mapa de procesos es la representación gráfica y global de los procesos de una organización que conforman la cadena de valor. Permite tener una perspectiva general de la distribución e interacción de los procesos que conforman a la empresa, los cuales se dividen en procesos estratégicos, primarios y de apoyo. (Agudelo & Escobar, 2010, pág. 62)

- **Proceso Estratégicos:** Son los procesos derivados del direccionamiento de la organización y son establecidos por los altos mandos. Definen el rumbo de la empresa y su estrategia de negocio para crear valor para el cliente y la organización.
- **Procesos Primarios:** Se definen como procesos operativos o productivos que se enfocan en generar valor para el cliente, con el desarrollo y entrega de un bien (producto o servicio). Comprenden las necesidades del cliente y su principal objetivo es la satisfacción del mismo.

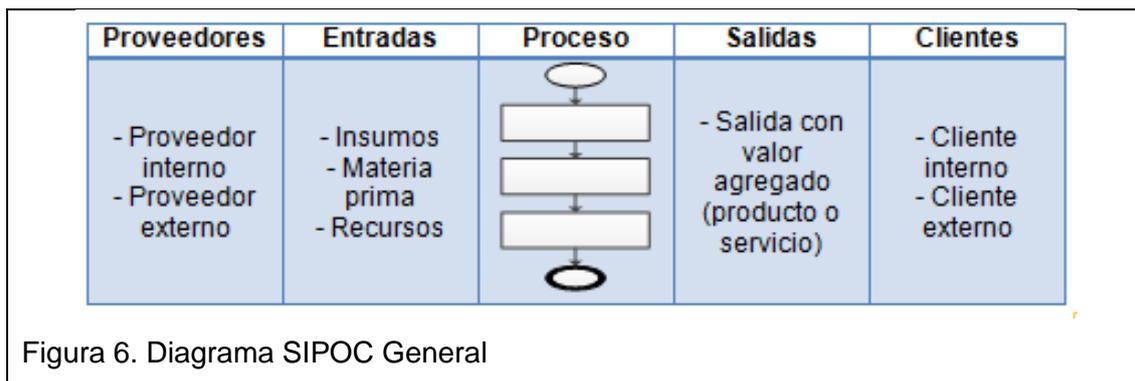
- **Procesos de Apoyo:** Como su nombre lo indica, tienen como fin apoyar a los procesos primarios y estratégicos. Son aquellos que proporcionan recursos y medios a los demás procesos para que se puedan ejecutar. (Agudelo & Escobar, 2010, pág. 63)



Todos los procesos en interrelacionados y deben ir dirigidos hacia la satisfacción del cliente, tomando en cuenta sus necesidades. El cliente también puede ser descrito como las partes interesadas, al incluir inversionistas, accionistas, el cliente consumidor, entre otros.

#### 2.1.4 Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC es una herramienta que describe en sus siglas en inglés a los Proveedores (Suppliers), Entradas (Inputs), Proceso (Process), Salidas (Outputs) y Clientes (Customer). Se utiliza para tener una visualización completa de los procesos a los cuales se aplica la técnica SIPOC. Describe el proceso de principio a fin. El proceso debe estar delimitado para poder identificar cada parte del mismo correctamente y tener la información necesaria para poder elaborar correctamente el diagrama. (Tovar & Mota, 2007, pág. 38)



- **Proveedores:** Se puede considerar a una persona o proceso previo como proveedores y su función es abastecer de insumos y recursos requeridos al proceso, para que así pueda ser desarrollado.
- **Entradas:** También conocidas como insumos, son elementos indispensables como materiales, información o productos provenientes de otros procesos, para que sean consumidos y transformados en el proceso y obtener una salida al final de estos.
- **Proceso:** Recibe las entradas para que estas sean transformadas, con el fin de generar un bien o agregar valor a un bien, que vendría a ser la salida del proceso. Los procesos en un diagrama SIPOC, normalmente se los represente en un flujograma de procesos.
- **Salidas:** En la salida encontramos el resultado del proceso y este puede ser un producto o servicio, destinado a un cliente externo o interno.
- **Cliente:** Es a quien va destinado el resultado final (producto o servicio) generado por el proceso.

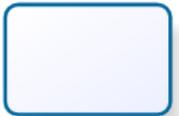
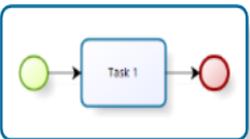
### 2.1.5 Diagramación BPMN

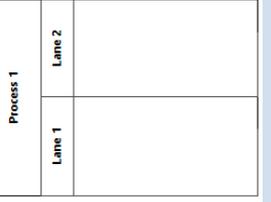
Este viene a ser un tipo de diagramación de procesos y sus siglas en inglés, BPMN (Business Process Modeling Notation), describen la notación de

modelado de procesos para negocios. Son un conjunto de símbolos que se conectan de forma lógica para la representación gráfica del flujo de las actividades e información de procesos. El diagrama compuesto por la semántica y simbología BPMN es denominado BPD (Business Process Diagram) Diagrama de Procesos de Negocios.

Los gráficos BPD permiten un fácil entendimiento de los procesos y su secuencia de principio a fin. A su vez implementa una notación estandarizada dentro de las organizaciones para la comprensión de todos los involucrados en los procesos empresariales. (Analítica, s.f)

Tabla 1. Elementos BPMN

Símbolo	Nombre	Descripción
	Evento de Inicio	Indica el inicio de un proceso.
	Evento Intermedio	Representa un punto intermedio en el proceso.
	Evento de Fin	Este evento representa el fin de un determinado proceso.
	Tarea	Las tareas son actividades detalladas que van dentro del proceso descrito.
	Subproceso Contraído	Son actividades en conjunto que se conectan al proceso que estamos describiendo. El símbolo + sirve para expandir o contraer el subproceso
	Subproceso Expandido	Cuando el subproceso esta expandido, se observan a detalle las actividades dentro del mismo.
	Compuerta	Sirve para la toma de decisiones de un proceso para pasar a los siguientes. También se utiliza para condicionar un proceso.
	Datos	Representa información tipo documentos, correos, datos, etc, utilizados en el proceso. La información puede ser dada en forma física o electrónica.

	Secuencia	Indica la secuencia lógica del flujo del proceso.
	Mensaje	Conecta flujo de información del proceso.
	Asociación	Conecta objetos que requiere el proceso. Por ejemplo participantes.
	Contenedor (Pool)	Se utiliza para representar a los participantes de un proceso.
	Compartimiento (Lane)	Categorizan las actividades del proceso en subparticipantes.

Adaptado de: (Bizagi, s.f)

## 2.2 Estudio del Trabajo

Se define como estudio del trabajo a las diferentes técnicas utilizadas para el análisis de actividades y procesos de un sistema que involucren trabajo humano. Entre las metodologías utilizadas, sobresale la medición del trabajo o el estudio de tiempos. Con el uso de las herramientas del estudio del trabajo, se pretende mejorar la productividad, evaluando y optimizando el uso eficaz y eficiente de los recursos de una organización. (Neira, 2006, pág. 14)

### 2.2.1 Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es una de las técnicas dedicada a la medición del tiempo y ritmo que un trabajador invierte en realizar cierto proceso, actividad o tarea. A través de esta técnica se identifican tiempos productivos y no productivos de trabajo, para la reducción y eliminación, en lo posible, de los desperdicios de tiempos (improductividad). Uno de los objetivos principales del estudio de tiempos, es normalizar las tareas que realizan los trabajadores, obteniendo el tiempo estándar, a través de mediciones, en la que dichas tareas son realizadas. (Neira, 2006, pág. 16)

La metodología del Estudio de Tiempos se realiza en las siguientes etapas:

- Registro de información de los operarios y sus tareas
- Calculo de número de la muestra
- Cronometraje
- Valoración de habilidad y esfuerzo
- Calculo del tiempo básico
- Determinación de suplementos
- Calculo del tiempo estándar

#### **2.2.1.1 Registro de Información**

Se debe recopilar información acerca las operaciones que se están analizando. El proceso debe ser detallado en actividades y tareas y clasificadas en actividades manuales o mecánicas. En referencias anteriores vimos la diagramación de procesos y el uso de simbología para detallar su flujo. Dicha diagramación ayuda al análisis y entendimiento de los procesos estudiados. De esta manera se puede proceder a hacer un listado de las actividades y tareas, para en próximas etapas registrar los tiempos medidos.

#### **2.2.1.2 Cálculo de la Muestra**

El número de mediciones a realizar, está dado por la extensión del tiempo de ciclo del proceso. El tiempo de ciclo hace referencia al tiempo de ejecución del proceso, desde su inicio, con el ingreso de la materia prima, hasta su fin, con las salidas del proceso. La compañía General Electric ha formulado una tabla que permite calcular el número de ciclos a observar de un proceso para su cronometraje.

Tabla 2. Ciclos a Observar

Tiempo de Ciclo (minutos)	Número de Ciclos a Cronometrar
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20.00-40.00	5
Más de 40.00	3

Adaptado de: Tabla de General Electric de Ciclos a Observar

### 2.2.1.3 Cronometraje

Los tiempos se los toma con un cronómetro y se lo puede realizar mediante el cronometraje acumulativo. Esta técnica implica la toma de los tiempos desde que el proceso estudiado entra en marcha, hasta su culminación. Se anota el tiempo de inicio y fin de cada tarea, según el cronometro. Al final se organizan los datos separando entre tiempos y tareas respectivas. Se repite el proceso dependiendo el número de ciclos que se designen. (Salazar, 2012)

### 2.3.1.4 Valoración de Habilidad y Esfuerzo

En esta etapa se asigna valores, mediante parámetros ya establecidos, a la habilidad y el esfuerzo con el que los operarios realizan su trabajo. Se lo hace a la vez que se toman los tiempos con el cronómetro. (Salazar, 2012)

Tabla 3. Valoración de Habilidad y Esfuerzo

Crterios	Habilidad		Esfuerzo	
A1	+ 0.15	Habilísimo	+ 0.13	Excesivo
A2	+ 0.13		+ 0.12	
B1	+ 0.11	Excelente	+ 0.10	Excelente
B2	+ 0.08		+ 0.08	
C1	+ 0.06	Buena	+ 0.05	Bueno
C2	+ 0.03		+ 0.02	
D	0.00	Promedio	0.00	Promedio
E1	- 0.05	Regular	- 0.04	Regular
E2	- 0.10		- 0.08	
F1	- 0.15	Deficiente	- 0.12	Deficiente
F2	- 0.22		- 0.17	

Tomado de: (Salazar, 2012)

La calificación que se da a los factores de habilidad y esfuerzo de trabajo, es netamente por criterio de la persona que está haciendo la evaluación, basándose en lo observado en el puesto de trabajo del operario y se las utiliza para determinar el tiempo básico.

### 2.3.1.5 Tiempo Básico

El tiempo básico se aplica como adición al tiempo observado, por las variaciones que surgen en los operarios al realizar su trabajo. (Salazar, 2012)

El formato utilizado en el proyecto en cuestión es el siguiente:

Actividad	Tipo	Rutinaria	Simbología ANSI	Tiempo (seg.)	Ciclos (horas)	Tiempo Observado	Desviacion Estandar	Limite Superior	Limite Inferior	Promedio Valido	Valoración	Tiempo Básico
-----------	------	-----------	-----------------	---------------	----------------	------------------	---------------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------	---------------

Figura 7. Formato de Estudio de Tiempos - Tiempo Básico

- **Actividad:** En forma de listado y en secuencia lógica, se colocan las actividades del proceso en el que se están tomando las mediciones de tiempos.

- **Tipo:** Se refiere al tipo de actividad que se está realizando y se clasifica en dos, tipo *mecánica* y tipo *manual*.
- **Rutinaria:** Está relacionado con la frecuencia de las actividades y nos da la opción a marcar si la actividad es rutinaria o no.
- **Simbología ANSI:** Es parte de la diagramación de procesos. Las siglas ANSI, en español, son por el Instituto Nacional Americano de Estandarización. La simbología se la utiliza para la descripción del flujo del proceso.

Símbolo	Representa
	Actividad
	Transporte
	Demora
	Inspección
	Almacenamiento

Figura 8. Simbología ANSI General

- **Tiempo (segundos):** Es el tiempo que se toma con el cronometro, en segundos. Las mediciones que se realicen dependerá de la cantidad de ciclos que se han dispuesto a observar.
- **Ciclos (horas):** Los ciclos son simplemente la transformación del tiempo que se encuentra en segundos, a horas.
- **Tiempo Observado:** Este tiempo se divide en dos, el *tiempo total observado* y el *tiempo medio del ciclo*. El primero es la suma de todos los ciclos por actividad, y el tiempo medio de ciclo es el promedio de dichos ciclos.

- **Desviación Estándar:** Para sacar la desviación estándar se toman en cuenta todos los ciclos por actividad, recordando que el número de ciclos registrados, dependerá del número de observaciones que se hagan.
- **Límite Superior e Inferior:** Ya con la *desviación estándar* y el *tiempo medio del ciclo*, se puede sacar el límite superior e inferior. Se debe generar un gráfico para poder observar que datos se encuentran por fuera de los límites.

$$\text{Lim Superior} = \text{Tiempo Medio de Ciclo} + \text{Desviación Estándar} \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$\text{Lim Inferior} = \text{Tiempo Medio de Ciclo} - \text{Desviación Estándar} \quad (\text{Ecuación 2})$$

- **Promedio Válido:** Se calcula con los datos que están dentro de los límites establecidos, descartando los datos que sobresalen de la gráfica.
- **Valoración:** Se divide en tres componentes, la *habilidad*, *esfuerzo* y la suma de ambos que es la *valoración total*. Se lo realiza con la tabla vista anteriormente de *Valoración de Habilidad y Esfuerzo*.
- **Tiempo Básico:** Finalmente obtenemos el tiempo básico mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo Básico} = \text{Promedio Válido} * \text{Valoración Total} \quad (\text{Ecuación 3})$$

### 2.2.1.6 Determinación de Suplementos de Descuento

Los suplementos de descuento se los aplica para compensar la fatiga y las necesidades básicas de los trabajadores y su calificación varía entre hombres y mujeres. Se los aplica al tiempo a través de los criterios de la metodología de valoración objetiva con estándares de fatiga. Dicho método se divide en suplementos constantes y variables.

Los suplementos constantes toman en cuenta las necesidades básicas de los operarios y un suplemento de fatiga básica, que se refiere al descanso que requiere un trabajador que cumple con sus funciones en condiciones deseables.

Los suplementos variables se aplican cuando las condiciones de trabajo no son favorables y para su cálculo se pueden tomar en cuenta los factores por trabajar de pie, posturas forzadas, levantamiento de carga, intensidad de iluminación, calidad de aire, tensión auditiva, tensión visual, tensión mental, monotonía mental, monotonía física. (Salazar, 2012)

Tabla 4. Valoración con Estándares de Fatiga – Suplementos Constantes

<b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>
<b>Necesidades Personales</b>	5	7
<b>Básico por Fatiga</b>	4	4

Adaptado de: (Instituto Politécnico Nacional de México, s.f)

Tabla 5. Valoración con Estándares de Fatiga – Suplementos Variables

SUPLEMENTOS VARIABLES	Hombre	Mujer	SUPLEMENTOS VARIABLES	Hombre	Mujer
<b>a) Trabajo de pie</b>			<b>e) Calidad de aire</b>		
Trabajo de pie	2	4	Buena ventilación	0	0
<b>b) Postura anormal</b>			Mala ventilación, sin emanaciones nocivas	5	5
Ligeramente incómoda	0	1	Proximidad hornos , emanaciones nocivas	5-15	5-15
Incómoda	2	3	<b>f) Tensión visual</b>		
Muy incómoda	7	7	Trabajos de cierta presión	0	0
<b>c) Levantamiento de carga o uso de fuerza (kilogramos)</b>			Trabajos de presión o fatigosos	2	2
2.5	0	1	Trabajos de gran presión o muy fatigosos	5	5
5	1	2	<b>g) Tensión auditiva</b>		
7.5	2	3	Sonido continuo	0	0
10	3	4	Intermitente y fuerte	2	2
12.5	4	6	Intermitente y muy fuerte	5	5
15	6	9	Estridente y fuerte	8	8
17.5	8	12	<b>h) Tensión mental</b>		
20	10	15	Proceso bastante complejo	1	1
22.5	12	18	Proceso complejo o atención dividida	4	4
25	14	-	Muy complejo	8	8
30	19	-	<b>i) Monotonía mental</b>		
40	33	-	Trabajo algo monótono	0	0
50	58	-	Trabajo bastante monótono	1	1
<b>d) Intensidad de luz</b>			Trabajo muy monótono	4	4
Ligeramente por debajo de lo recomendado	0	0	<b>j) Monotonía física</b>		
Bastante por debajo	2	2	Trabajo algo aburrido	0	0
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Adaptado de: (Instituto Politécnico Nacional de México, s.f)

Se da calificaciones a los suplementos, según el criterio de la persona que está realizando el estudio. Por cada actividad analizada, se debe sacar el porcentaje del total de la suma de los suplementos. Este dato viene a ser el *índice de descuento*, que sirve para la obtención del tiempo estándar de trabajo.

### 2.2.1.7 Tiempo Estándar

Al igual que en el tiempo básico, el tiempo estándar es la adición de variables que afectan el tiempo en el que el trabajador realiza sus labores. (Salazar, 2012)

Se utiliza el siguiente formato para la obtención del tiempo estándar:

Actividad	Tiempo Básico	Tiempo Estándar			
		Coefficiente de descuento	Frecuencia / Unidad	Tiempo Estándar	Tiempo de Ciclo

Figura 9. Formato de Estudio de Tiempos - Tiempo Estándar

- **Actividad:** Se lo realiza igual que para el tiempo básico.
- **Tiempo Básico:** Se utilizan los datos de tiempo básico obtenidos anteriormente.
- **Coefficiente de Descuento:** Una vez que se tiene el *Índice de descuento* con la tabla de suplementos, se puede obtener el coeficiente de descuento.

$$\text{Coeficiente de Descuento} = \text{Índice de Descuento} + 1 \quad (\text{Ecuación 4})$$

- **Frecuencia por Unidad:** Aquí se pone la cantidad de veces que se realiza una actividad por ciclo. En el caso del proyecto presente, en cada ciclo se completa un pedido promedio.
- **Tiempo Estándar:** Obtenemos el tiempo estándar mediante la siguiente fórmula.

$$T.\text{Estándar} = T.\text{Básico} * \text{Coeficiente Descuento} * \text{Frecuencia} \quad (\text{Ecuación 5})$$

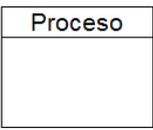
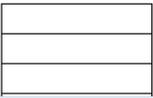
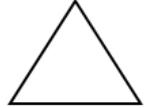
- **Tiempo de Ciclo:** El tiempo de ciclo no es más que la acumulación del tiempo estándar desde la actividad inicial hasta la final.

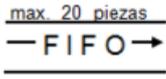
### 2.3 VSM (Mapeo de la Cadena de Valor)

El mapeo de la cadena de valor (VSM) es una herramienta gráfica que ayuda a visualizar y entender el flujo de los procesos comprendidos en la cadena de valor para producir determinado bien (producto o servicio). Describe el flujo y vinculación de materiales e información que se utilizan en una organización para desarrollar las operaciones que generen el producto final que es entregado que cliente. (Lean Solutions, s.f)

El VSM nos ofrece un amplio conocimiento de los procesos, incluidos los que agregan valor al bien producido y los que no, que se consideran como excesos en el proceso. Ayuda a discernir los puntos principales en los que la empresa se debe centrar para reducir *mudas* (desperdicio), a través de la implementación de herramientas de mejora continua. (Rajadell & Sánchez, 2010, págs. 34-35)

Tabla 6. Simbología VSM

Símbolo	Descripción
	Representa áreas de flujo de procesos, departamentos, maquinaria, etc. Se deben marcar todos los procesos.
	Usado para mostrar proveedores, consumidores, procesos subcontratados y en general clientes externos
	Cuadro de datos: En este cuadro se registra toda la información pertinente de los procesos reconocidos en el VSM.
	Inventario: Utilizado para indicar que existe inventario almacenado entre procesos. Se debe registrar la cantidad y tiempo en el que fueron almacenados.
	Representa la frecuencia de recepciones y envíos externos. Por ejemplo materia prima que viene desde el proveedor.

	Usado para indicar el movimiento de materiales por empuje (Push), es decir, seguir un flujo continuo de abastecimiento a los siguientes procesos.
	Se usa para indicar el movimiento de productos terminados. Por ejemplo el producto resultante que va al consumidor.
	Supermercado: Es un inventario de partes y materiales que se usa para programar la producción del flujo de procesos. Se debe anotar la cantidad existente.
	Representa una metodología para limitar cantidades y asegurar el flujo de material.
	Usado para indicar el movimiento de materiales por retiro (Pull) del inventario. Usualmente esto se realiza desde un "supermercado".
	Indica un flujo de información manual.
	Indica un flujo de información electrónica.
	Se describe el flujo de información dentro del cuadro.
	Representa a operadores en los procesos (vista superior). Se debe anotar la cantidad de operadores.
	El Relámpago Kaizen resalta las necesidades de mejora consideradas dentro del VSM. Por lo general en procesos críticos específicos.
	En este símbolo se colocan los tiempos completos de ciclo de producción, en horas y segundos, debajo de cada proceso e inventario. Se utilizan para calcular el tiempo total de producción, desde que entra la orden hasta que el producto es despachado.

Adaptado de: (Pymes y Calidad 2.0, s.f)

### 2.3.1 Etapas del VSM

El análisis y elaboración del VSM implica la recopilación de datos e información fundamental del proceso de estudio. Dicha información es aplicada en 3 etapas principales es la determinación de familia de productos, el mapeo del VSM actual el mapeo del VSM futuro.

### 2.3.1.1 Familia de Productos

La familia de productos se refiere a la agrupación de todos los productos cuyos procesos de elaboración compartan características de procesamiento similares entre sí. Para esto primero se debe listar los productos y luego listar los procesos y actividades por los que pasa, para que finalmente sean agrupados. (Socconini, 2014, pág. 198)

### 2.3.1.2 Mapeo del VSM Actual

En esta etapa se levanta la información y datos del proceso a través de los símbolos en la Tabla 6 para graficar los flujos y su interacción. Se debe trazar el flujo de material e información que pasa entre procesos, incluyendo los flujos existentes con los clientes externos como son los proveedores y el consumidor. Los datos obtenidos en el estudio del trabajo, se incluyen en el mapa. (Socconini, 2014, págs. 199-212)

Se deben calcular ciertos datos que nos ayudarán al mejor entendimiento del VSM y a la priorización de actividades de mejora.

- **Takt Time - Velocidad de la Demanda**

El Takt Time muestra el ritmo ideal al que debe producir la empresa para satisfacer la demanda. Sus factores determinantes son el tiempo disponible de trabajo y la cantidad de demanda. (Socconini, 2013, pág. 412)

$$Takt\ Time = \frac{Tiempo\ Disponible}{Demanda} \quad (Ecuación\ 6)$$

- **Cuello de Botella**

El cuello de botella determina el flujo de la planta, ya que es donde el producto se estanca, por el desequilibrio existente en la línea. Por esta razón se debe

tomar como prioridad la mejora del cuello de botella. (Meyers & Stephens, 2006, pág. 60)

La identificación del cuello de botella se la realiza al comparar el takt time resultante, con el tiempo de ciclo de cada proceso. Cuando el tiempo de ciclo es mayor que el takt time tenemos un cuello de botella. Esto quiere decir que la velocidad de la demanda es más rápida que nuestra capacidad de producción y causara disfunciones en el flujo de nuestros procesos analizados.

### **2.3.1.3 Mapeo del VSM Futuro**

Nuestro VSM actual incluye la identificación de desperdicios en la cadena de valor, que vendrían a ser posibles oportunidades de mejora. El VSM futuro empieza por la creación de un plan de mejoras, donde se establece a través de que herramientas se van a hacer dichas optimizaciones. El punto es eliminar o disminuir las actividades que no agregan valor a la producción para lograr una mayor eficiencia de la empresa, lo que se traduce en reducción de gastos y a su vez en el aumento de ganancias. (Rajadell & Sánchez, 2010, págs. 45-47)

## **2.4 Indicadores de Gestión**

También conocidos como indicadores de desempeño, son mediciones cuantitativas que nos ayudan a gestionar y controlar el rendimiento de las actividades o procesos que se quieran analizar. Involucran a toda la empresa y facilitan a encontrar desviaciones en sus procesos y según el caso, actuar sobre dichas desviaciones con acciones correctivas o preventivas.

### **2.4.1 Eficiencia**

Es la correlación existente entre los recursos utilizados y los resultados alcanzados. Se es más eficiente cuando se logra más resultados con menos recursos. Tiene una relación directa con la productividad. (ISO International Organization for Standardization, s.f)

### 2.4.2 Eficacia

La eficacia es el nivel en el cual se realizan las actividades planificadas y se logran los objetivos trazados. (ISO International Organization for Standardization, s.f)

### 2.4.3 Calidad

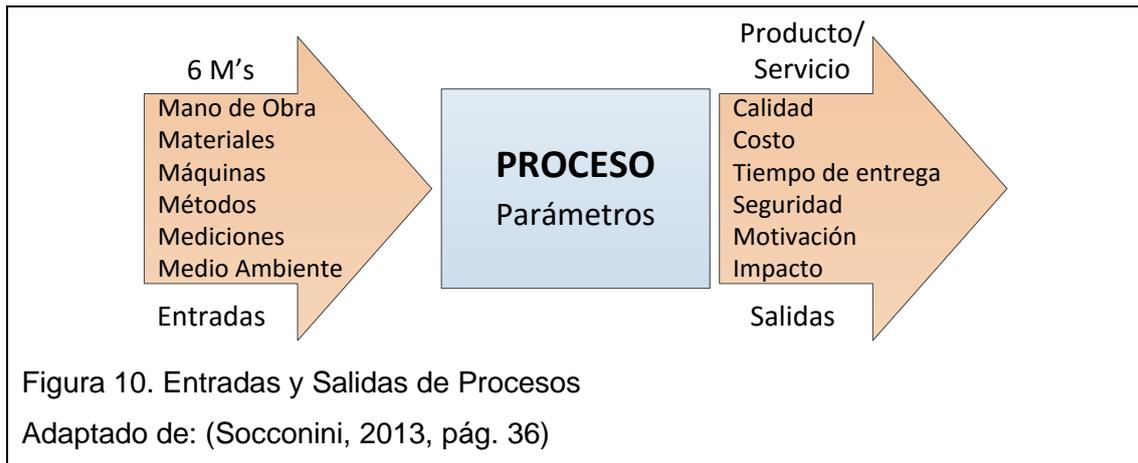
Se entiende calidad como el nivel en el cual un conjunto de características que cumplen con requisitos establecidos. (ISO International Organization for Standardization, s.f)

Un indicador claro de la calidad es medición de la satisfacción del cliente con respecto a un producto o servicio.

### 2.4.4 Productividad

La productividad es la relación que existe entre la cantidad de recursos que ingresan a un proceso de transformado, con respecto a las salidas de dicho proceso. Una correcta medición de la productividad nos indica el aprovechamiento de los recursos de una empresa para generar un bien, siendo un bien, un producto o servicio. Entre mejor estén siendo administrados y controlados las entradas y salidas de los procesos, menor será el desperdicio generado y por ende mayor será la eficiencia. (Gutiérrez, 2010, pág. 21)

$$Productividad = \frac{Total\ de\ Salidas}{Total\ de\ Entradas} \quad (Ecuación\ 7)$$



Las entradas pueden ser clasificadas en 6 tipos (6M's): máquinas, materiales, mano de obra, medio ambiente, métodos de trabajo y mediciones de indicadores. Son conceptos que difieren entre sí, pero que tienen un factor en común, que es el valor monetario o costo que involucran las 6M's en el proceso. (Socconini, 2013, pág. 36)

- **Mano de Obra:** Representa el talento humano que está involucrado en el proceso. La mano de obra incluye las habilidades, experiencia y conocimientos que los empleados aportan.
- **Materiales:** Son las materias primas e insumos necesarios para el desarrollo del proceso.
- **Métodos:** Es la metodología que se aplica en el trabajo. Una serie de pasos que permiten realizar el proceso, al igual que solucionar eventualidades en el mismo.
- **Máquinas:** Es la tecnología y maquinaria que tiene una empresa para la creación de un bien. Por ejemplo, en el área de ventas de una empresa, una computadora se clasifica como una máquina.

- **Medio Ambiente:** Considera el entorno de trabajo de la organización, al igual que su impacto a nivel social y ambiental producidos por las entradas.
- **Mediciones:** Es la medición de los indicadores de desempeño que llevan a la elaboración del producto deseado, tomando en cuenta todas sus características y requerimientos establecidos.

Las entradas que ingresan al proceso son transformadas en productos o servicios. El proceso está regido por parámetros y controles para la elaboración del producto de salida. La salida no es solamente el bien en sí, sino también otros aspectos cualitativos y cuantitativos que se obtienen al final de la fabricación del producto o servicio. (Socconini, 2013, pág. 37)

- **Calidad:** Es el grado en el que se cumple con los requisitos.
- **Costo:** Se refiere al costo de producción real del bien.
- **Entrega:** Se trata del tiempo que ha transcurrido desde que se tomó el pedido, hasta que es entregado al cliente.
- **Seguridad:** Hace referencia a que tanto se ha mantenido de la integridad de los trabajadores y los clientes.
- **Motivación:** Las personas son el recurso más importante de la empresa y se las debe incentivar para que sienta que son apreciados e importantes para la empresa y de esta manera ejecuten sus funciones con un alto rendimiento.
- **Impacto Social y Ambiental:** Es el impacto que generan las salidas de los procesos al entorno ambiental y social dentro y fuera de la empresa.

#### **2.4.4.1 Limitantes de la Productividad**

Se puede resumir los limitantes de la productividad o desperdicios en tres tipos e identificarlos es clave para la reducción o eliminación de su impacto sobre la eficiencia de una empresa.

- **Muri - Sobrecarga**

La sobrecarga se refiere al sobrepasar los límites de algo ya establecido con cierta capacidad. En una organización podemos observar este limitante en el personal, las máquinas y los proveedores. (Socconini, 2013, págs. 40-41)

- **Las Personas**

Se da cuando a los empleados se les exige más allá de sus límites naturales. Estos casos se observan, por ejemplo, en compañías que exigen a su personal trabajar 12 horas o más, lo cual genera cansancio extremo y acumulación de estrés. No se les da tiempo suficiente a las personas para que se recuperen de la jornada laboral del día anterior, lo que se traduce en un bajo rendimiento de la persona.

- **Las Máquinas**

Se refiere exclusivamente al trato que se les da a las instalaciones, máquinas, y equipos de una organización. Se da cuando a los equipos se les hace trabajar más allá su capacidad establecida o incluso al 100% de su capacidad, pero sin darles el mantenimiento adecuado.

- **Los Proveedores**

Al igual que en las personas o máquinas, esta sobrecarga se debe a la sobre exigencia que trasciende las capacidades de una persona o equipo. Cuando a

los proveedores se les exige entregas que superan sus tiempos establecidos, usualmente terminan en la recepción de material o servicios defectuosos.

- **Mura - Variabilidad**

Si existe variabilidad en los diferentes elementos de entrada de los procesos al igual que en los parámetros de los mismos procesos, las salidas resultantes también serán inconsistentes. La variabilidad se refiere a datos cualitativos o cuantitativos que se encuentran por fuera de los rangos de lo que se considera estándar o normal en las empresas. La falta de información y estandarización de los procesos, dificulta la identificación de variabilidad. (Socconini, 2013, pág. 51)

La variación se puede encontrar analizando las 6M's de entrada de los procesos y se da por la falta de control sobre mencionadas entradas. Por ejemplo, va a existir variabilidad cuando la mano de obra que se contrata, no tiene experiencia para un puesto de trabajo y no se le da la capacitación necesaria para que desarrolle sus funciones. Que tanto control se tenga sobre los elementos del proceso, depende directamente sobre el grado de entendimiento que se tenga del mismo, al igual que dependerá de la precisión e importancia de las mediciones de indicadores que se realicen.

- **Muda - Desperdicio**

Son todos aquellos procesos y actividades que no agregan valor al bien en cuestión o a la empresa y que generan pérdidas de todo tipo, que se traducen en pérdidas económicas. En los desperdicios que se enfoca este proyecto son de carácter material, de tiempo. De tiempo se refiero a desperdicios por esperas y búsquedas, defectos y retrabajos, pruebas de calidad y transportes y movimientos. (Socconini, 2013, págs. 41-48)

- **Esperas y Búsquedas**

Es un desperdicio intangible, pero es el más común encontrado en las organizaciones. Se trata de todo el tiempo que se ve perdido por la espera de materiales, herramientas, documentos, aprobaciones, o simples indicaciones para realizar un proceso. Está relacionado con la búsqueda de alguno de los elementos mencionados anteriormente como los materiales y herramientas.

- **Defectos y Retrabajos**

Se refiere a las pérdidas que conlleva realizar un producto o servicio que es considerado como defectuoso, y que recae sobre los costos de producción de mencionado bien. En ciertos casos los productos defectuosos no se desechan por completo, sino que son reprocesados para que cumplan con los estándares de calidad acordados entre el proveedor y el cliente. Estos reprocesos de igual manera representan un costo adicional a la producción; costos que no serán cargados al cliente, sino que serán asumidos por la empresa.

- **Equipo Inadecuado**

Este desperdicio lo encontramos, por ejemplo, cuando en una empresa no existe el equipo adecuado para realizar pruebas de calidad del producto final y de la materia prima. En algunos casos, como el del proyecto presente, las pruebas de calidad se ejecutan en las máquinas de producción del área de planta. Por el dimensionamiento y la capacidad de las máquinas, se genera una gran cantidad de desperdicio de material al momento de hacer las pruebas de calidad, esto sin contar las pérdidas de tiempo y energía por operación del personal, operación de las máquinas y la configuración que conlleva el arranque de las mismas.

- **Transportes y Movimientos**

La diferencia entre el transporte y el movimiento es que el transporte es el desplazamiento de materiales, equipos, herramientas, información, etc, de un lugar a otro dentro de la empresa. El movimiento es el traslado y movimientos que un operador hace para poder realizar su trabajo. Se consideran desperdicios cuando el movimiento o transporte no aporta valor al producto ni al cliente y se dan con frecuencia cuando existen grandes distancias entre procesos y también por desperdicio por búsquedas (visto anteriormente).

#### **2.4.4.2 Eliminación de los Limitantes de la Productividad**

La eliminación de las limitaciones que generan desperdicio en la producción, no siempre se la puede realizar inmediatamente, esta se puede dar gradualmente, reduciendo poco a poco el desperdicio. Se requiere de un proceso que involucra la comprensión y aplicación de herramientas de mejoramiento continuo.

### **2.5 Lean Manufacturing**

Se entiende por Lean Manufacturing, por sus siglas en inglés, a tener una manufactura esbelta o ajustada, que se refiere a mantener una producción sin despilfarro al aprovechar al máximo los recursos a lo largo de la cadena de valor de una organización. Es una filosofía desarrollada en Japón y cuyo principio se basa en “hacer más con menos”, siempre teniendo en cuenta la satisfacción del cliente, al cumplir con sus necesidades en el momento que las precisa. (Rajadell & Sánchez, 2010, págs. 1-2)

Existe una gran variedad de herramientas, conceptos de Lean Manufacturing que por lo general buscan el aumento de la productividad de la organización por medio de la estandarización de procesos, reducción y eliminación de desperdicios (Mudas), localización de procesos críticos, planificación estratégica, entre otras. Estas herramientas están diseñadas para encontrar

falencias o puntos débiles en los procesos, productos y servicios y aplicar la solución óptima para las oportunidades de mejora encontradas.

Entre las herramientas que encontramos de la filosofía tenemos las 5S's, Kanban, Hoshin Kanri, Andon, Kaizen, SMED (preparaciones rápidas), VSM (mapa de valor), entre otras.

Los objetivos principales de Lean Manufacturing son:

- La mejora continua – Kaizen
- Eliminar actividades y tareas que no agregan valor para el cliente
- Eliminar el desperdicio
- El control total de la calidad
- Compromiso y participación por parte de todos los miembros de la organización
- Realizar cambios de mejora con bajas inversiones
- Las entregas a tiempo, ni antes ni después (Just in Time)

### **2.5.1 Kaizen - Mejora Continua**

Con frecuencia se relaciona el mejoramiento continuo con la palabra “Kaizen” que es un término japonés que significa “cambio para mejorar”. Compromete a todos los miembros de una organización para que sean parte activa de los cambios de mejora. El objetivo de implementar la ideología del kaizen es realizar cambios pequeños, sin necesidad de tener una gran inversión, para aumentar la eficiencia de la organización. (Salazar, 2012)

Existe la idea que entre más grande sea la inversión para el alcance de un propósito, mejor será el resultado del mismo. La mejora continua desmiente estos hitos, al mostrar resultados con pequeñas modificaciones, por medio del aprovechamiento de recursos ya existentes en una organización, como por

ejemplo la optimización del uso de materiales y herramientas, así como el desarrollo y uso del talento humano.

Las oportunidades de mejora de un proceso se identifican mejor a través de los ojos de las personas involucradas en dicho proceso. Por esta razón, el recurso los conocimientos, habilidades y experiencia del personal de una organización, es aprovechado al máximo para aplicar la optimización continua de la productividad.

### **2.5.2 Metodología 5S's – Orden y Limpieza**

La técnica 5S's sirve para mejorar la limpieza y el orden a nivel laboral. Logra el aumento de la productividad en las organizaciones, al fomentar la disciplina y una cultura de respeto por el lugar de trabajo. Usualmente es la herramienta seleccionada al inicio de cualquier proyecto de mejora. Se basa en la aplicación de 5 ideas básicas, que convertidas en hábitos y cultura empresarial, traen enormes beneficios a las organizaciones. Se debe mantener el orden secuencial de la aplicación de la herramienta. (Rajadell & Sánchez, 2010, pág. 50)

- **Seiri (Seleccionar)**

En este paso se identifica y clasifica los objetos del lugar de trabajo, entre los artículos que sirvan para realizar operaciones que agregan valor al proceso productivo y los artículos que no. Termina con el descarte de los objetos que no aportan a los procesos productivos.

- **Seiton (Organizar)**

Se ordenan todos los artículos y objetos del lugar de trabajo, con el fin de poder ubicar, identificar y comprobar la disponibilidad de las cosas. Se establece un sitio específico para cada objeto para que pueda ser usado y regresado al

mismo lugar de donde se sacó. En este paso se hace uso de señalética, código de colores y letreros para la identificación y clasificación de elementos.

- **Seiso (Limpiar)**

Este tercer paso nos habla básicamente de la limpieza a través de la eliminación de la suciedad. Se logra por medio de programas de limpieza y la creación de métodos y hábitos de aseo.

- **Seiketsu (Estandarización)**

Lo aprendido e implementado debe mantenerse e integrarse al día a día en el trabajo. Se puede lograr creando manuales de procedimientos y estableciendo revisiones y evaluaciones de las áreas de la organización.

- **Shitsuke (Disciplina)**

Finalmente se mantiene lo aplicado, transformando a la metodología 5S's en una cultura para la organización y sus trabajadores, dando seguimiento y mejorando las técnicas aprendidas de forma periódica.

### **2.5.3 Andon (Control Visual)**

Andon es una técnica dedicada a la creación e implementación de señales de fácil entendimiento. Por lo general estas señales son de carácter visual y auditivo y sirven para instruir, guiar, identificar y dar indicaciones al personal en el trabajo. Esto permite a los empleados identificar problemas con mayor agilidad, tener mejor disponibilidad de herramientas y materiales, tener información en tiempo real, mejorar los tiempos de respuesta, realizar trabajos con mayor índice de seguridad.

Existen varios tipos de Andon que indican de manera visual y auditiva a los operarios ciertas condiciones de los procesos. Los Andon más comunes son las alarmas, las lámparas de colores, los tableros de información, el código de colores, y las tarjetas Kanban. (Socconini, 2014, págs. 148-154)

### **2.5.3.1 Kanban**

El sistema Kanban (tarjeta en japonés) es un tipo de control visual utilizado en la producción tipo pull o bajo pedido, donde el cliente es el que determina las necesidades de producción de la empresa. El objetivo de esta herramienta es mantener un suministro controlado de material para la transformación del mismo en producto final, también indica las cantidades de producción que se requieren durante un determinado periodo.

Kanban está inspirado en cómo funciona el reabastecimiento de las estanterías en los supermercados estadounidenses, donde cuando un cliente se lleva un producto, se genera una orden de reposición de dicho producto. Esto aplicado a la producción significa que un sistema de información, tipo una tarjeta o medio electrónico se utiliza para generar solicitudes de material entre procesos que lo requieran y su vez los procesos de donde se retiró el material deberán reponerlo.

Existen dos tipos de Kanban, el Kanban de retirada y el Kanban de producción y ambos tendrán diferentes especificaciones en sus tarjetas. El de retirada deberá indicar la cantidad y tipo de producto que se necesita retirar del proceso anterior. El segundo en cambio especifica cuanto y que tipo de producto se debe producir. (Cuatrecasas, 2012, págs. 202-203)

### **2.5.4 SMED (Preparaciones Rápidas)**

La técnica SMED es una herramienta, parte de Lean Manufacturing, utilizada para la reducción de tiempos de configuración o preparación de procesos. En si el concepto SMED significa Cambio de Matriz en Un Solo Minuto (Single

Minute Exchange Die). El nombre sugiere realizar preparaciones de manera eficiente mitigando el impacto de los tiempos de preparación, sobre los tiempos de funcionamiento. Usualmente se aplica a maquinaria y es ideal para reducir los tiempos de entrega, en especial con la producción de lotes reducidos. (3Ciencias, s.f)

#### **2.5.4.1 Fases de la Metodología SMED**

- **Identificar y Separar Operaciones**

El primer paso consiste en separar las preparaciones internas y externas. Las internas son configuraciones que se deben realizar con la máquina parada, mientras que las externas se las realiza con la máquina en marcha. Es fundamental entender el proceso y todas sus actividades para poder separar las actividades, tal y como las realizan los operarios. Se recomienda la filmación del proceso para posteriormente hacer un listado de las actividades internas y externas.

- **Convertir Operaciones**

La segunda fase trata de convertir las actividades internas en externas. Lo que significa esto es que, en lo posible, se intenta transformar la mayor cantidad de operaciones que se realizan con la máquina parada, a operaciones con la máquina en funcionamiento.

- **Refinar Preparación**

Esta fase se basa en la reducción de los tiempos de los procesos de preparación, tanto internos como externos, a un mínimo. Para la reducción de tiempos de actividades internas, se recomienda la realización de actividades en paralelo y la reducción y la estandarización de las operaciones de ajustes de la maquinaria. Los tiempos de preparación externa pueden ser reducidos

mediante la mejora de la disponibilidad y organización de los materiales y herramientas utilizadas en los cambios realizados en la máquina.

### **3. SITUACIÓN ACTUAL**

#### **3.1 Actividades Iniciales**

El presente estudio se lo realizó en la fábrica de transformación de empaques plásticos Flexofama, en la línea de producción de fajillas (etiquetas) para botellas, durante el turno laboral de la mañana, de 12 horas entre 8 horas laborables y 4 horas extras de trabajo, que se efectúa de lunes a sábado.

Se empezó por conocer al Jefe de Planta, quien dio una breve introducción de la historia de la fábrica y las principales actividades que se realizan en ella. Seguido de un recorrido por toda la empresa, desde el área productiva hasta el área de ventas. A su vez durante el recorrido guiado se tuvo una presentación al personal que en siguientes visitas colaboró con información esencial para el proyecto.

##### **3.1.1 Entrevistas**

A través de las entrevistas al personal se pudo conocer su posición ante el proyecto propuesto de mejora de la productividad. Durante esta etapa del estudio de la situación actual, se obtuvo información verbal de los empleados de la empresa, en especial de las personas trabajando en planta.

Entre los operarios del área de producción se percibió un conocimiento trivial del proceso en cuanto a cantidades de entrada de materia prima, salidas de producto final, tiempos de producción, cantidad de desperdicio y costos de producción.

Dentro del área administrativa se encuentra la persona que realiza el diseño de las fajillas. Esta persona nos informó de su inconformidad en cómo se manejan las pruebas de impresión, ya que depende de la impresora flexográfica para que estas se realicen.

### **3.1.2 Inducción al Personal**

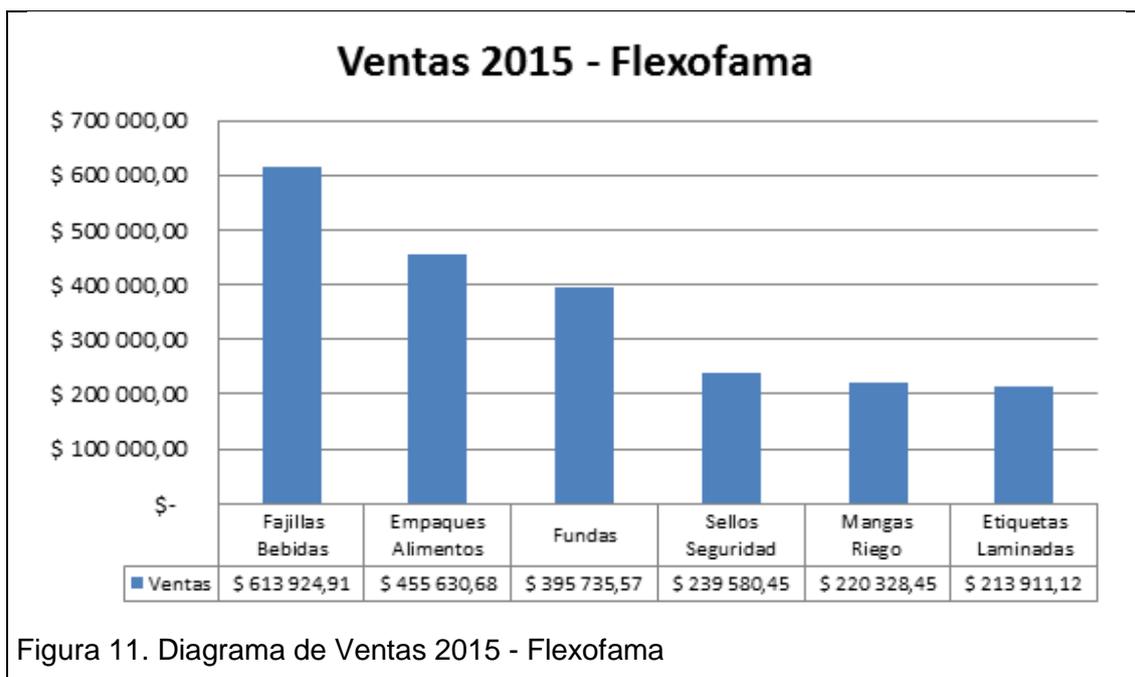
Durante la inducción al personal se explicó sobre el proyecto de optimización de la productividad y los beneficios que este conlleva para la organización y sus empleados. De esta manera se puede obtener la colaboración de los trabajadores de la empresa para el desarrollo de los estudios respectivos, otorgando accesibilidad a sus procesos, información y demás recursos que cabe recalcar son utilizados únicamente para el proyecto en cuestión.

### **3.2 Información Inicial**

Es información general de la empresa con respecto al producto en el que se basa nuestro proyecto. Dicha información fue proporcionada tanto por los operarios de la planta de producción, como por los empleados del área administrativa.

#### **3.2.1 Ventas de la Empresa**

En base a la información que nos fue proporcionada por la empresa, elegimos la línea de producción de fajillas para bebidas para el desarrollo de nuestro proyecto. En este caso la empresa nos ha facilitado las ventas de sus productos del año 2015.



Las ventas de cada producto han sido incluidas en la tabla observada en la Figura 11. Ya que el proyecto se basa en la línea de producción de un solo producto, elegimos el de mayores ventas, que viene a ser el de las fajillas para bebidas con un 28,7% de ventas. Podemos observar el diagrama de pastel de la Figura 2 para verificar los porcentajes de ventas de cada producto.

### 3.2.2 Mapa de Procesos

El siguiente mapa de procesos nos muestra los procesos globales, que conforman la cadena de valor de la empresa. En los primarios encontramos los procesos de diseño, producción y distribución de los productos de la organización. En este caso hemos detallado los procesos productivos de elaboración de fajillas, que son la extrusión, impresión, sellado, cortado y precortado.

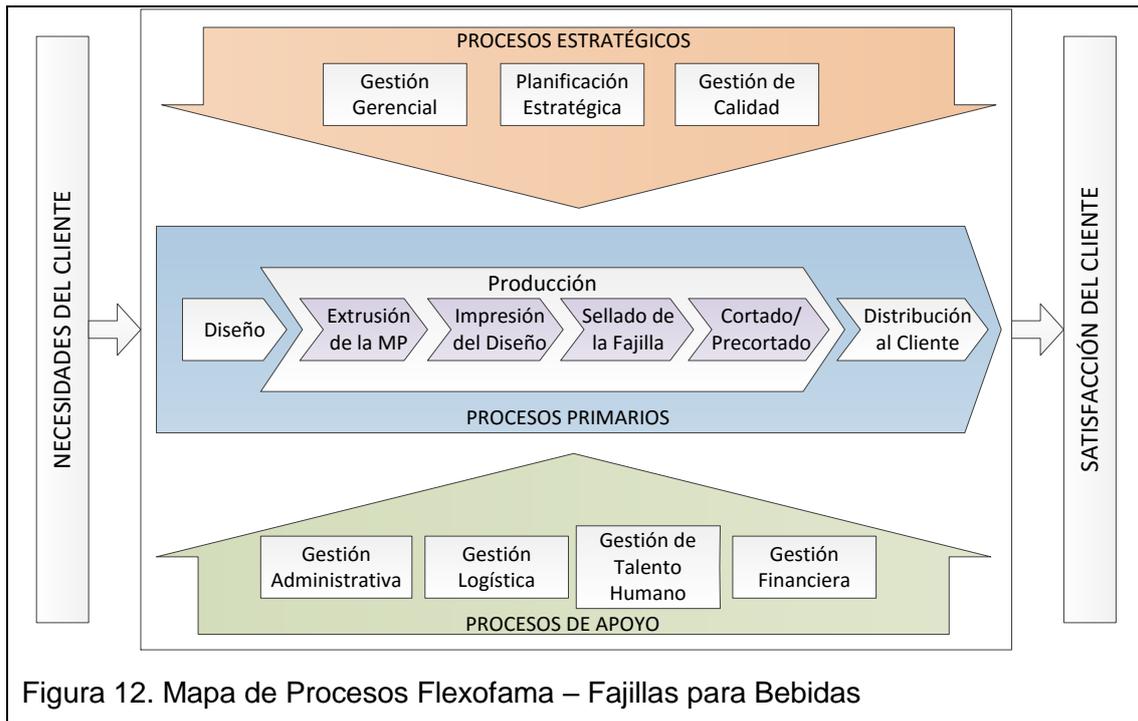
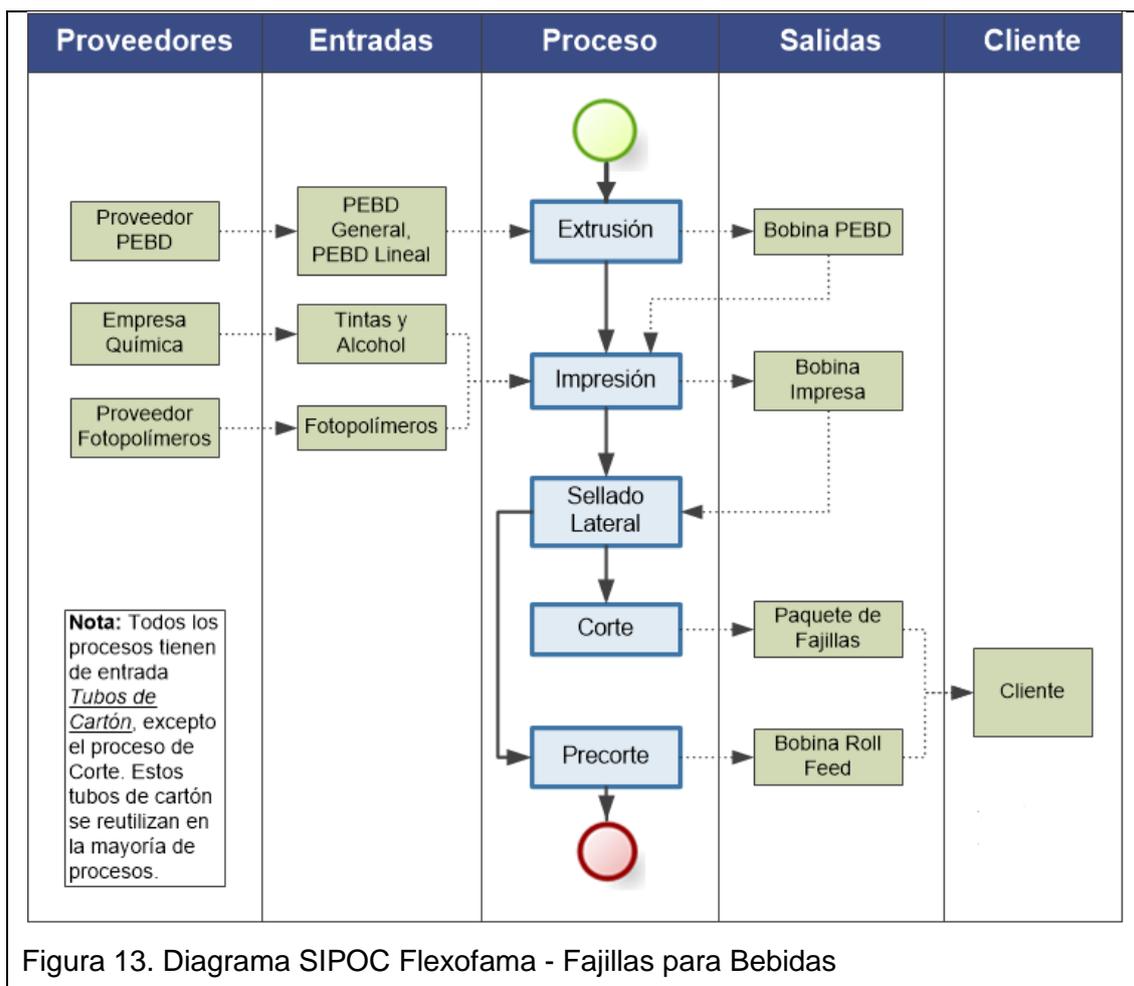


Figura 12. Mapa de Procesos Flexofama – Fajillas para Bebidas

### 3.2.3 Diagrama SIPOC

Por medio del diagrama SIPOC podemos señalar a los proveedores con los que trabaja la empresa, la materia prima e insumos que se utilizan, los procesos productivos, y el producto final que va dirigido al cliente. A continuación, tenemos el diagrama SIPOC de la producción de fajillas para bebidas.



El área administrativa se encarga de generar las entradas que se observan en el diagrama, por medio de la comunicación con los proveedores para la compra de materiales e insumos.

En el diagrama, las flechas punteadas representan el flujo de materiales y las continuas representan el flujo de los procesos de planta. Aquí encontramos el flujo global de los procesos para elaborar las fajillas. Se pueden observar varias salidas de los procesos, que vienen a ser entradas de los procesos siguientes. Por ejemplo, las bobinas PEBD que salen de la extrusora, es una entrada de material que ingresa a la impresora.

El producto final se divide solo en dos presentaciones que son las bobinas roll feed de fajillas precortadas y los paquetes de fajillas cortadas individualmente, que luego se destinan al cliente.

### **3.2.4 Distribución de la Planta de Producción**

El plano a continuación fue realizado en la planta de producción, donde se visualizan con color azul los procesos, zonas y bodegas que contribuyen a la elaboración de fajillas. Se tomaron las dimensiones con un flexómetro y con la ayuda de los operarios del área.

El galpón está dividido en dos áreas de producción. Para la producción de fajillas en la primera área encontramos a la extrusora 2, impresora de 8 colores, área de bobinas para fajillas y la bodega de materia prima. En la segunda área tenemos a la selladora lateral 1, cortadora 1, precortadora 1, el cuarto de montaje de mangas, el área de materia prima y el área de producto terminado.

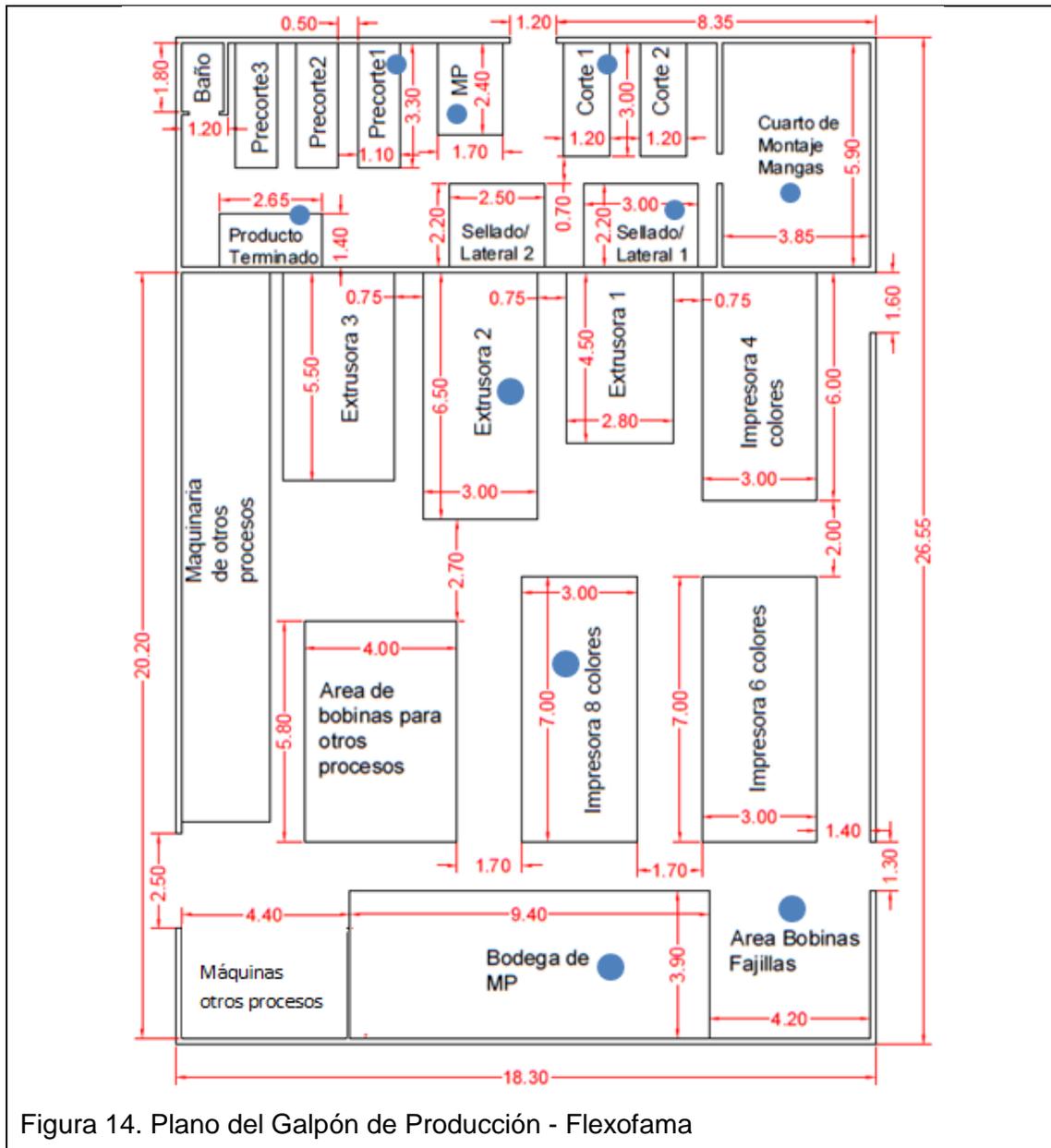


Figura 14. Plano del Galpón de Producción - Flexofama

### 3.3 Información del Proceso

La información del proceso se recopiló visualizando la transformación de las fajillas para bebidas en la planta de producción. Los operarios de cada máquina o estación de trabajo, proporcionaron datos específicos de los procesos, esenciales para la elaboración de un listado de actividades, flujogramas, mapeo de la cadena de valor de fajillas y la simulación de los procesos.

Por observación se corroboró las actividades descritas por los trabajadores para incluir información que no fue proporcionada acerca de sus procesos. También se recolectaron documentos con información de la maquinaria, en cuanto a capacidad, velocidad, temperatura de trabajo y consumo eléctrico, datos que fueron entregados por el Jefe de Planta.

Posteriormente para el estudio del trabajo, se tomaron varias muestras de tiempos de las actividades de los trabajadores con la ayuda de un cronómetro y un listado de actividades. Esta información es importante no solo para saber la duración de los procesos, sino también para la identificación de actividades que no aportan valor a través de uso de herramientas como el VSM y la simulación.

### **3.3.1 Materia Prima**

Las fajillas se componen principalmente por dos tipos de materia prima; el polietileno de baja densidad y las tintas flexográficas para a impresión, que se mezclan con alcohol.

- **Polietileno de Baja Densidad (PEBD)**

El PEBD es la materia prima utilizada para elaboración de las bobinas de láminas plásticas en la extrusora. Se la emplea por su bajo costo y por su facilidad de procesamiento. Se utilizan 2 tipos de PEBD, el general y el lineal, que juntos reúnen propiedades para la durabilidad y calidad del producto. El resultado de la mezcla genera un material impermeable con resistencia al rasgado, perforaciones, punción, tracción y elongación al igual que una buena resistencia a las temperaturas ambientales.

- **Tintas**

Las tintas utilizadas por la empresa, para la impresión del diseño de las fajillas, son tintas flexográficas de base solvente (alcoholes) por ende se las mezcla

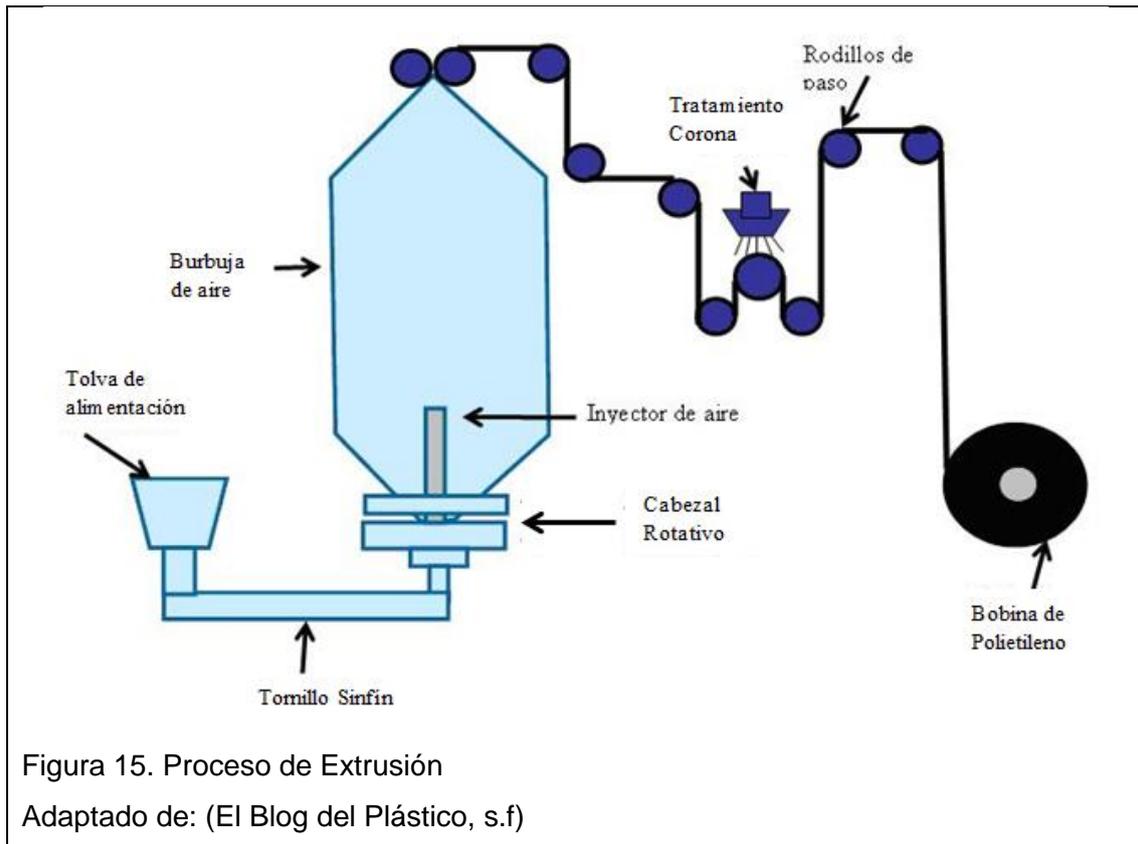
con alcohol para la obtención de la viscosidad necesaria para la impresión. Dichas tintas tienen una alta resistencia a la decoloración por la luz solar.

### **3.3.2 Maquinaria**

La elaboración de fajillas requiere una serie de máquinas que trabajan en conjunto y en pasos secuenciales. Para visualizar imágenes las máquinas, dirigirse al Anexo 1. La maquinaria de la línea de producción incluye:

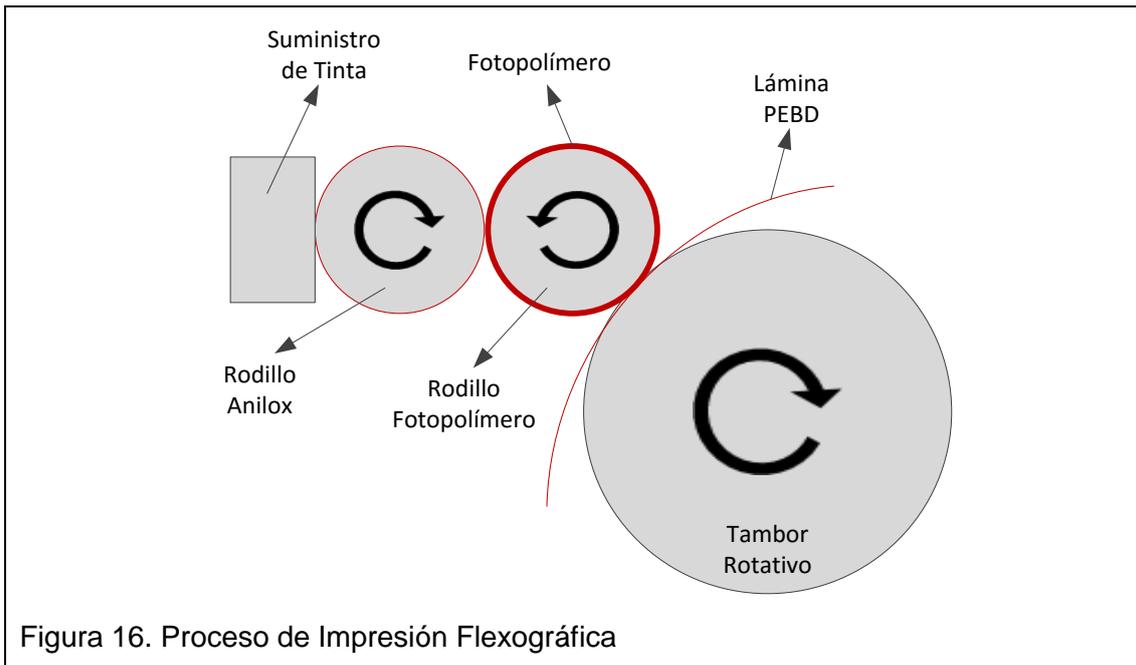
- **Extrusora**

Sirve para la fabricación de boninas de PEBD. Se alimenta la máquina a través de una tolva, que dirige los pellets hacia un barril a altas temperaturas que funde el material. A su vez que el material es fundido, es empujado por un tornillo sinfín hacia el cabezal rotatorio. El cabezal se encarga de crear la burbuja de PEBD por medio de inyección de aire. Posteriormente se pasa el material a través de los rodillos para luego ser embobinado. Mientras el material está pasando por los rodillos, se le da el tratamiento corona, que sirve para lograr la adherencia de las tintas de la impresora flexográfica, a las láminas de PEBD.



- **Impresora Flexográfica de 8 Colores**

La impresora es la encargada de plasmar los diseños de las fajillas, en las láminas de PEBD. Por medio de tintas flexográficas, alcohol y fotopolímeros, es como la impresora realiza sus funciones. Los fotopolímeros son relieves de caucho que contienen el diseño deseado para la impresión y se colocan en la impresora para que entran en contacto con los anilox, que son los encargados de absorber tinta de los depósitos de tinta (suministro). Los anilox transfieren la tinta a los fotopolímeros y los fotopolímeros a las láminas de PEBD. Finalmente las láminas impresas son embobinadas por la máquina.



En la Figura 16 apreciamos como se realiza el proceso de impresión desde que el anilox absorbe tinta del suministro, hasta que llega a la lámina PEBD. La impresora tiene una capacidad de hasta 8 colores y el tambor rotativo es el encargado de trasladar la lámina para que en esta se impriman todos los colores programados.

- **Selladora Lateral**

Esta máquina funciona en 3 etapas, primero dobla las bobinas de fajillas impresas que provienen de la impresora, para darle forma de fajillas, para luego sellarla.

- **Cortadora**

La cortadora tiene como función dividir las fajillas en forma individual, por medio de una cuchilla que es alineada a la bobina de fajillas selladas a través de un sensor.

- **Precortadora**

Tiene una función similar a la de la cortadora, a diferencia que el material no es dividido en fajillas individuales, sino que se mantiene unido en forma de bobina (roll feed). El corte que se genera es parcial y se lo realiza con el objetivo que las fajillas puedan ser separadas fácilmente por una máquina posterior de empaque o por un operario.

Tabla 7. Detalle de la Maquinaria

Máquina	Marca/ Modelo	Capacidad	Consumo Promedio
<b>Extrusora</b>	Asian Machinery USA INC / VM/HL-55EZ	40 kg/h	32 kWh
<b>Impresora Flexográfica</b>	MULTIPRESS / MAXIFLEX-8 col	60 kg/h	65 kWh
<b>Selladora Lateral</b>	Modelo: Selladora lateral	40 kg/h	10 kWh
<b>Cortadora</b>	Marca: Hong Yeng Machinery	40 kg/h	7 kWh
<b>Precortadora</b>	Marca: Hong Yeng Machinery	50 kg/h	8 kWh

### 3.3.3 Desplazamiento de línea de producción de fajillas

A partir del plano de la planta de producción de la empresa, se hizo un mapeo del recorrido que cada proceso realiza para la producción de fajillas. La Tabla 8 junto con la Figura 17 a continuación, describen el desplazamiento de fajillas por los procesos de Extrusión, Impresión y Refilado.

Tabla 8. Desplazamiento de Procesos de Extrusión e Impresión

Proceso	Color de línea	Áreas involucradas	Descripción
Extrusión	●	Extrusora 1	En el proceso se recogen los pellets y demás insumos del Bodega de MP para luego dejarlos en el Área de bobinas para fajillas
		Bodega MP	
		Área de Bobinas para Fajillas	
Impresión	●	Impresora 8 col.	Este proceso tiene los recorridos más largos, ya que existe mucho movimiento de MP, además de que las mangas tubulares se montan en la zona donde se realizan los cortes, que es un cuarto completamente separado de la impresora.
		Bodega de MP	
		Área de Bobinas para Fajillas	
		Montaje de Mangas	

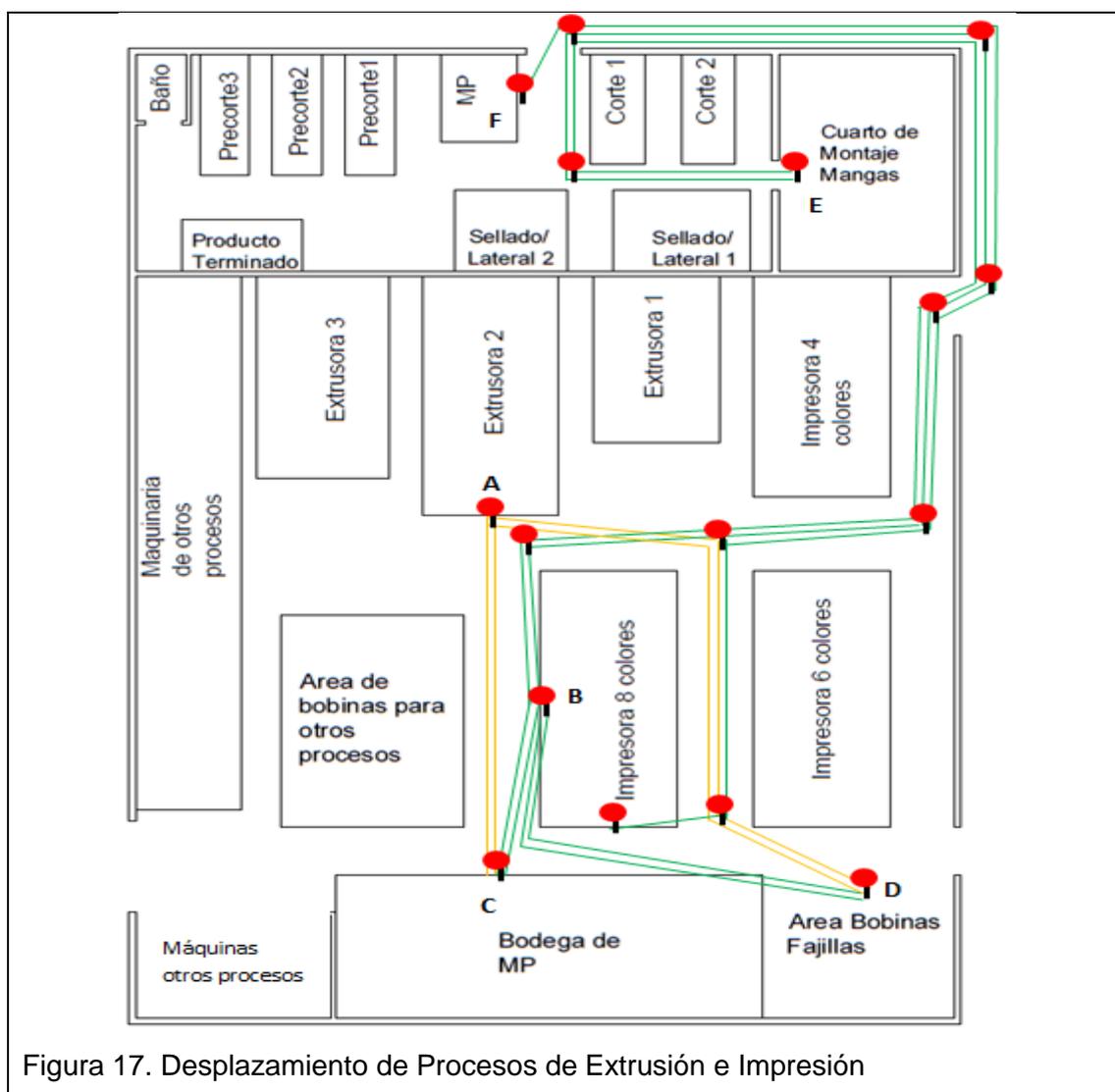


Figura 17. Desplazamiento de Procesos de Extrusión e Impresión

En la Tabla 9 y Figura 18, está descrito el desplazamiento de producción de fajillas para los procesos de Sellado Lateral, Corte y Precorte.

Tabla 9. Desplazamiento de Procesos de Sellado Lateral, Corte y Precorte

Proceso	Color de línea	Áreas involucradas	Descripción
Sellado Lateral		Sellado Lateral 1	Utiliza la MP que sale de la impresión, y luego lo que sale del proceso se deja en la misma área de MP como se muestra en el plano.
		MP para Sellado y Cortado	
Corte		Corte	En el proceso de corte, se tiene la MP (bobina de fajillas) muy cerca del proceso y cerca del área donde se coloca el producto final.
		MP para Sellado y Cortado	
		Área de Producto Terminado	
Precorte		Precorte 1	Igual que el proceso de corte, se tiene la muy cerca del proceso y cerca del área donde se coloca el producto terminado.
		MP para Sellado y Cortado	
		Área de Producto Terminado	

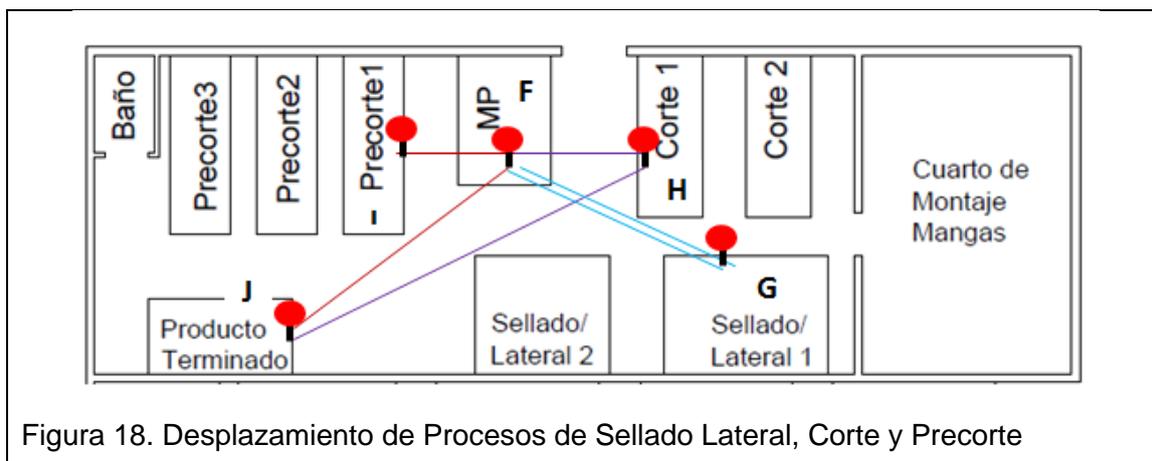


Figura 18. Desplazamiento de Procesos de Sellado Lateral, Corte y Precorte

### 3.3.4 Descripción del Proceso

La elaboración de fajillas o etiquetas para bebidas, empieza por el pedido del cliente con sus respectivos requerimientos en cuanto a color, diseño y otras especificaciones. A partir de esto, se genera el diseño de la fajilla, seguido del envío de la orden de producción y ficha técnica a planta, desde el departamento de ventas. Dicho documento detalla el peso, dimensiones,

componentes, concentraciones, color, velocidad, temperatura de trabajo, entre otras características del producto y la maquinaria.

- **Extrusión**

Una vez que llega la orden de producción con las especificaciones del producto y del trabajo de la máquina, se da inicio a la mezcla de los componentes para la manufactura de la bobina de PEBD; este subproceso se realiza por medio de una máquina mezcladora, que rota hasta que se homogenicen los componentes.

La extrusora se precalienta durante 3 horas y se prenden sus motores para el arranque. Es necesario saber que en esta máquina trabaja un solo operario y que se configura (precalentamiento) una vez a la semana. Después los insumos ya mezclados alimentan la tolva de la extrusora y se ejecuta la elaboración de bobinas.

Se extruye el material fundido hacia el cabezal rotativo para formar la burbuja de aire, pegando el plástico caliente que sale del cabezal, al plástico frío que se usa como guía inicial para recorrer el material extruido por los rodillos. La película es dividida, a través de cuchillas, en 2 láminas separadas que posteriormente son divididas por otra cuchilla en 6 bobinas de 25 kg cada una, es decir un total de 150 kg de material. Una vez terminadas pasan al área de almacenado de bobinas para fajillas.

- **Impresión**

Primero se recibe la ficha técnica de impresión, para configurar la impresora y para la elección y mezcla manual de las tintas y el alcohol. Inicia por la limpieza y reabastecimiento de las bombas y tintorerías. Luego se colocan los fotopolímeros en los rodillos de la impresora por medio de materiales

adhesivos. Los fotopolímeros que utiliza la empresa, provienen de un cliente externo.

Una vez colocados los fotopolímeros, se pasa a traer una bobina del área de almacenamiento de Bobinas Para Fajillas y se la coloca en el rodillo de desenrollado de la impresora. La película de la bobina se pega (con cinta adhesiva) a otra película previamente colocada a través de los rodillos, para que, una vez que se encienda la impresora, se desenrolle e imprima la bobina colocada inicialmente y salga como bobina impresa.

Se “juegan” con las concentraciones de tintas y los rangos de velocidad de la máquina, para sacar entre 1 y 3 muestras para la aprobación del departamento de ventas. A partir de la muestra elegida se configura la máquina a la medida que dicha fajilla fue impresa y se inicia el proceso de impresión y bobinado de láminas impresas. Posteriormente la bobina pasa a ser sellada.

- **Sellado**

Las bobinas impresas se llevan y colocan en el eje de la selladora. La selladora tiene una misma configuración, así que solo se verifica que este correcta. La bobina que se desea sellar, se cruza por los rodillos de la máquina, para luego ser doblada y sellada. El producto que sale del proceso es una bobina de fajillas. El siguiente proceso en la línea de producción es el precorte y corte de fajillas, que se realizan en paralelo.

- **Precortado**

El proceso inicia con llevar la bobina de fajillas selladas a la máquina de precorte, configurar la máquina, colocar la bobina en el eje de desenrollado y cruzar las fajillas selladas por los rodillos de la cortadora. La máquina tiene un sensor que debe ser alineado en el punto de precorte de las fajillas.

El corte que da la máquina a las fajillas es parcial, en función de que las fajillas se mantengan unidas, pero puedan ser fácilmente arrancadas con un mínimo esfuerzo. El producto que sale de este proceso es la bobina de fajillas precortadas y se colocan en el área de producto terminado, para después ser despachadas al cliente.

- **Cortado**

El proceso de corte es muy similar al proceso de precorte. A excepción de que las fajillas que salen del proceso se recogen en una caja, ya que el corte es total, para luego ser llevadas al área de producto terminado para posteriormente ser entregadas al cliente. Este proceso se utiliza con menos frecuencia que el de precorte.

Nota: Para visualizar los flujogramas de los procesos descritos, recurrir a los Anexos 2 al 7.

### 3.4 Estudio del Trabajo

La empresa vende sus pedidos por kilogramos y para realizar el estudio, nos han facilitado los datos de ventas del mes de Enero de 2015.

Tabla 10. Venta de Fajillas Enero 2015

Fecha	Total Facturación	Kg de Fajillas	Pedidos Diarios
04/01/2016	5003,33	554,53909	7
05/01/2016	2413,18	267,462077	4
06/01/2016	1756,63	218,057176	2
07/01/2016	0,00	19,8366394	0
08/01/2016	4258,44	528,61727	5
09/01/2016	1887,29	234,276546	3
11/01/2016	4341,39	538,914819	6
12/01/2016	1128,99	140,145858	2
13/01/2016	1263,45	156,837806	2
14/01/2016	2534,57	314,626604	3
15/01/2016	1592,60	197,695449	2
16/01/2016	0,00	19,8366394	0
18/01/2016	4920,76	610,834306	7

19/01/2016	1310,83	162,718786	1
20/01/2016	3921,92	486,843641	6
21/01/2016	2052,73	254,813302	3
22/01/2016	792,66	98,3955659	1
23/01/2016	0,00	19,8366394	0
25/01/2016	7031,58	872,85881	9
26/01/2016	1279,11	158,78063	2
27/01/2016	1820,08	225,933489	4
28/01/2016	2144,28	266,17853	3
29/01/2016	1529,62	189,87748	2
30/01/2016	1457,47	180,92182	2
<b>TOTAL</b>	<b>54440,85</b>	<b>6718,84</b>	<b>76</b>

Con los datos de la Tabla 10 obtenemos que la demanda diaria es de aproximadamente 280 kilogramos. La base del estudio de tiempos es la cantidad de tiempo que toma realizar 1 kilogramo de fajillas.

### 3.4.1 Estudio de Tiempos

Los tiempos fueron tomados en el turno de la mañana, que la empresa ha adoptado de 12 horas, entre tiempos laborables y tiempo extra. Para el estudio de tiempos se aplicaron los formatos de las Figuras 7 y 9 utilizando sus respectivas ecuaciones.

Los ciclos a observar se determinaron por la extensión de los procesos analizados, basándonos en la Tabla 2. Ya que los ciclos son mayores a 40 minutos, se deben realizar como mínimo 3 observaciones. También se calificaron los criterios de habilidad y esfuerzo, en base a la Tabla 3. Las Tablas 4 y 5 sirvieron para determinar los suplementos de descuento de cada proceso.

#### 3.4.1.1 Estudio de Tiempos de Extrusión

Se tomaron los tiempos de extrusión durante 3 observaciones de ciclos por actividad realizada en el proceso. La configuración de la extrusora se la realiza una vez por semana, dado este dato, se dividieron las horas de preparación a lo largo de la semana de trabajo, por medio del cambio de la frecuencia.

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO BÁSICO	Frecuencia por Actividad	Coefficiente de Descuento	TIEMPO ESTÁNDAR
1	Revisar la orden de compra	0,0499	1,00	1,26	0,0629
2	Recoger MP de la bodega	0,0585	0,03	1,31	0,0026
3	Mezclar componentes en mezcladora	1,1932	0,03	1,33	0,0529
4	Poner barril de componentes cerca de la tolva	0,0192	0,03	1,46	0,0009
5	Configurar la extrusora	0,0793	0,03	1,23	0,0032
6	Prender motor del tornillo sinfín y del cabezal rotatorio	0,0424	0,03	1,23	0,0017
7	Cargar tolva con componentes mezclados	0,0294	0,03	1,23	0,0012
8	Pegar plástico fundido a película fría para formar burbuja	0,0229	0,03	1,25	0,0010
9	Encender motores de rodillos y tratamiento corona	0,0134	0,03	1,23	0,0006
10	Colocar película entre cuchillas de la extrusora	0,0731	0,03	1,25	0,0030
11	Enrollar laminas en los ejes de bobinado	0,0049	6,00	1,25	0,0369
12	Medir el ancho de la lamina	0,0046	4,00	1,23	0,0228
13	Regular inyección de aire en burbuja	0,0070	1,00	1,26	0,0088
14	Medir espesor de la lamina	0,0106	4,00	1,23	0,0520
15	Regular velocidad del tornillo sinfín y de rodillos	0,0165	1,00	1,26	0,0207
16	Extruir pedido	4,4080	1,00	1,23	5,4218
17	Trasladar y Almacenar bobinas	0,0451	4,00	1,44	0,2598
<b>TIEMPO DE CICLO hora/cada 150 kg</b>					<b>5,9529</b>
<b>TIEMPO DE CICLO hora/kg</b>					<b>0,0397</b>

Figura 19. Tiempo de Ciclo de Extrusión

Nota: Para mayor detalle de los datos, la tabla de suplementos de descuento del proceso de extrusión se encuentra en el Anexo 8 y su respectiva tabla de tiempo de ciclo se encuentra en el Anexo 9.

La extrusora produjo 150 kg de bobinas para fajillas durante la toma de tiempos. Se transformó el tiempo de ciclo (TC) de 5,9529 hora/cada 150 kg, que toma esta producción, en el tiempo de ciclo que toma producir 1 kg. La producción incluye el tiempo de preparación y el tiempo de producción de la máquina.

$$TC \left( \frac{h}{kg} \right) = \frac{1 \text{ kg} * 5,9529 \frac{h}{kg}}{150 \text{ kg}} = 0.0397 \frac{h}{kg}$$

### 3.4.1.2 Estudio de Tiempos de Impresión

El número de observaciones de las actividades de impresión, fueron 5. La impresora tiene la opción de imprimir hasta 8 colores y entre más colores tenga

un pedido, mayor será el tiempo de impresión. Por esta razón se sacó un porcentaje de la cantidad de colores que fueron realizados por pedido en el mes de Enero de 2015.

Tabla 11. Frecuencia de Pedidos de Impresión por Colores

Cantidad de Colores (col.)	Porcentaje por Pedido Enero 2016
3	29%
4	42%
5	19%
6	10%

Este dato porcentual altera la frecuencia ( $Fr$ ) con la que se procesan los pedidos con diferentes cantidades de colores y se lo obtuvo mediante la siguiente fórmula, utilizada solamente para el proceso de impresión.

$$Fr \text{ Total} = (Fr \text{ 3 col.} * \%) + (Fr \text{ 4 col.} * \%) + (Fr \text{ 5 col.} * \%) + (Fr \text{ 6 col.} * \%) \quad (\text{Ecuación 8})$$

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO BÁSICO	Frecuencia Total por Actividad	Coefficiente de Descuento	TIEMPO ESTÁNDAR
1	Revisar ficha técnica y fotopolímeros	0,0785	1,00	1,29	0,1013
2	Configurar software de la impresora	0,1000	1,00	1,29	0,1291
3	Traer canecas de drenado de tintas	0,0523	2,29	1,36	0,1628
4	Drenar tintorerías en canecas	0,0759	4,10	1,33	0,4138
5	Vertir alcohol en tintorerías y pasar trapo	0,0180	4,10	1,30	0,0962
6	Inducir succión de alcohol de mangueras de tinta	0,0161	4,10	1,30	0,0860
7	Trasladar canecas a bodega de MP	0,0270	2,29	1,36	0,0841
8	Seleccionar y trasladar MP para impresión	0,0301	2,29	1,36	0,0937
9	Colocar tintas y alcohol en caneca, según Ficha T. y Pantone	0,0264	4,10	1,34	0,1453
10	Mezclar tintas y alcohol con vara	0,0077	4,10	1,28	0,0403
11	Verificar viscosidad con cronometro	0,0214	4,10	1,31	0,1148
12	Regular viscosidad con tinta o alcohol	0,0038	4,10	1,28	0,0198
13	Vertir mezcla en tintorerías con caneca o tarrina	0,0152	4,10	1,33	0,0831
14	Trasladarse a cuarto de montaje de mangas con fotopolímero	0,0151	1,00	1,26	0,0191
15	Medir diámetro del fotopolímero	0,0077	4,10	1,24	0,0393
16	Seleccionar mangas tubulares	0,0243	4,10	1,24	0,1236
17	Pegar stickyband en manga	0,0276	4,10	1,25	0,1412
18	Pegar fotopolímero en manga	0,0238	4,10	1,25	0,1217
19	Llevar mangas tubulares a impresora	0,0289	2,29	1,27	0,0841
20	Cambiar piñones de la impresora	0,0286	4,10	1,34	0,1570
21	Inyectar aire en los ejes de las mangas y destapar huecos	0,0139	4,10	1,36	0,0777
22	Colocar mangas nuevas y sacar anteriores	0,0411	4,10	1,36	0,2291
23	Poner y ajustar tapas de ejes de mangas	0,0325	4,10	1,34	0,1783
24	Trasladar bobinas de impresión	0,0132	4,10	1,48	0,0801
25	Colocar bobina en eje de desenrollado y pegar lamina guía	0,0404	4,10	1,50	0,2486
26	Imprimir y calibrar colores	0,0425	4,10	1,32	0,2301
27	Calibrar y centrar rodillos de la máquina	0,0495	1,00	1,32	0,0653
28	Imprimir muestra	0,1878	1,00	1,29	0,2422
29	Parar impresora y cortar muestra	0,0113	1,00	1,29	0,0146
30	Aprobar muestra	0,0367	1,00	1,29	0,0474
31	Imprimir pedido	1,6186	1,00	1,30	2,1042
32	Parar impresora y Sacar bobinas impresas	0,0151	4,00	1,50	0,0908
33	Trasladar y almacenar bobinas impresas	0,0158	4,00	1,48	0,0935
		TIEMPO DE CICLO hora/cada 100 kg			<b>5,9579</b>
		TIEMPO DE CICLO hora/kg			<b>0,0596</b>

Figura 20. Tiempo de Ciclo de Impresión

Nota: Para mayor detalle de los datos, la tabla de suplementos de descuento del proceso de impresión se encuentra en el Anexo 10 y su respectiva tabla de tiempo de ciclo se encuentra en el Anexo 11.

La impresora produjo un promedio aproximado de 100 kg de bobinas impresas durante la toma de tiempos. A diferencia de la demás maquinaria, la impresora debe ser configurada cada que entra una orden de producción, haciéndolo el proceso que más tiempo toma en prepararse para la producción.

Se transformó el tiempo de ciclo de 5,9579 hora/cada 100 kg, que toma esta producción, en el tiempo de ciclo que toma producir 1 kg.

$$TC \left( \frac{h}{kg} \right) = \frac{1 \text{ kg} * 5,9579 \frac{h}{kg}}{100 \text{ kg}} = 0,0596 \frac{h}{kg}$$

### 3.4.1.3 Estudio de Tiempos de Sellado

Los tiempos de sellado lateral se tomaron durante 4 observaciones de ciclos por cada actividad realizada en el proceso. El sellado, a comparación de los procesos de extrusión e impresión, es el que presenta menos complicaciones.

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO BÁSICO	Frecuencia por Actividad	Coficiente de Descuento	TIEMPO ESTÁNDAR
1	Colocar bobina impresa en selladora	0,0109	4,00	1,43	0,0622
2	Configurar y prender motor de selladora y cuchilla	0,0071	1,00	1,22	0,0086
3	Cruzar la lamina de la bobina por los rodillos	0,0262	4,00	1,29	0,1353
4	Alinear sensor de movimiento de material	0,0051	4,00	1,24	0,0254
5	Arrancar sellado	2,4714	1,00	1,22	3,0151
6	Bajar cuchilla de sellado	0,0029	4,00	1,22	0,0142
7	Embobinar fajillas	0,0022	4,00	1,22	0,0109
8	Parar selladora y sacar bobina de fajillas selladas	0,0057	4,00	1,36	0,0311
9	Trasladar y Almacenar bobina de fajillas selladas	0,0104	4,00	1,38	0,0575
<b>TIEMPO DE CICLO hora/cada 80 kg</b>					<b>3,3604</b>
<b>TIEMPO DE CICLO hora/kg</b>					<b>0,0420</b>

Figura 21. Tiempo de Ciclo de Sellado

Nota: Para mayor detalle de los datos, la tabla de suplementos de descuento y la de tiempo de ciclo del proceso de sellado se encuentran en el Anexo 12.

La selladora procesó 4 bobinas de 20 kg cada una durante la toma de tiempos. Se transformó el tiempo de ciclo de 3,3604 hora/cada 80 kg, que toma esta producción, en el tiempo de ciclo que toma producir 1 kg.

$$TC \left( \frac{h}{kg} \right) = \frac{1 \text{ kg} * 3,3604 \frac{h}{kg}}{80 \text{ kg}} = 0,0420 \frac{h}{kg}$$

### 3.4.1.4 Estudio de Tiempos de Precortado y Cortado

Las actividades del proceso de precorte y corte, son prácticamente iguales entre sí. La maquinaria es igual y necesita una misma preparación, que es realizada por un mismo operador. Lo único que varía es la capacidad de la máquina.

Por dichas similitudes, se hizo una sola toma de tiempos para los procesos de precorte y corte, excepto en la actividad de corrido de la máquina donde varía por sus distintas capacidades. Se tomaron en cuenta 4 observaciones de ciclos para la recopilación de los tiempos de los procesos.

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO BÁSICO	Frecuencia por Actividad	Coefficiente de Descuento	TIEMPO ESTÁNDAR
1	Colocar bobina sellada en máquina	0,0119	4,00	1,43	0,0683
2	Configurar y prender motor de precortadora y cuchilla	0,0239	1,00	1,22	0,0291
3	Cruzar la lamina de la bobina por los rodillos	0,0195	4,00	1,29	0,1006
4	Alinear sensor de movimiento de material	0,0047	4,00	1,24	0,0233
5	Arrancar precortado	1,9489	1,00	1,22	2,3776
6	Embobinar fajillas precortadas	0,0040	4,00	1,22	0,0197
7	Parar precortadora	0,0019	4,00	1,36	0,0105
8	Trasladar y Almacenar bobina de fajillas precortadas	0,0105	4,00	1,38	0,0581
<b>TIEMPO DE CICLO hora/cada 80 kg</b>					<b>2,6873</b>
<b>TIEMPO DE CICLO hora/kg</b>					<b>0,0336</b>

Figura 22. Tiempo de Ciclo de Precorte

Nota: Para mayor detalle de los datos, la tabla de suplementos de descuento y la de tiempo de ciclo del proceso de precortado se encuentran en el Anexo 13.

La precortadora, al igual que la selladora procesó 4 bobinas de 20 kg durante la toma de tiempos. Se transformó el tiempo de ciclo de 2,6873 hora/cada 80 kg, que toma esta producción, en el tiempo de ciclo que toma producir 1 kg.

$$TC \left( \frac{h}{kg} \right) = \frac{1 \text{ kg} * 2,6873 \frac{h}{kg}}{80 \text{ kg}} = 0,0336 \frac{h}{kg}$$

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO BÁSICO	Frecuencia por Actividad	Coefficiente de Descuento	TIEMPO ESTÁNDAR
1	Colocar bobina sellada en máquina	0,0119	4,00	1,43	0,0683
2	Configurar y prender motor de cortadora y cuchilla	0,0239	1,00	1,22	0,0291
3	Cruzar la lamina de la bobina por los rodillos	0,0195	4,00	1,29	0,1006
4	Alinear sensor de movimiento de material	0,0047	4,00	1,24	0,0233
5	Arrancar cortado	2,5249	1,00	1,22	3,0803
6	Recoger fajillas cortadas en caja	0,0040	4,00	1,22	0,0197
7	Parar cortadora	0,0019	4,00	1,36	0,0105
8	Trasladar y Almacenar fajillas cortadas	0,0105	4,00	1,38	0,0581
TIEMPO DE CICLO hora/cada 80 kg					3,3900
TIEMPO DE CICLO hora/kg					<b>0,0424</b>

Figura 23. Tiempo de Ciclo de Corte

Nota: Para mayor detalle de los datos, la tabla de suplementos de descuento y la de tiempo de ciclo del proceso de cortado se encuentran en el Anexo 14.

Para la cortadora se hizo la toma de tiempos para 80 kg de producto. Se transformó el tiempo de ciclo de 3,3900 hora/cada 80 kg, que toma esta producción, en el tiempo de ciclo que toma producir 1 kg.

$$TC \left( \frac{h}{kg} \right) = \frac{1 \text{ kg} * 3,3900 \frac{h}{kg}}{80 \text{ kg}} = 0.0424 \frac{h}{kg}$$

### 3.4.2 Análisis del Estudio del Trabajo

- **Tiempo de Ciclo**

El tiempo de ciclo incluye todas las actividades de preparación de la maquinaria, así como los tiempos de operación.

Los procesos de precorte y corte se dan en paralelo y conocemos que 19 de los 76 pedidos de Enero de 2015, son de fajillas cortadas. Es decir que 25% de la producción es de fajillas cortadas y 75% de fajillas precortadas. Para facilitar

futuros análisis como son el VSM y la simulación, a partir de ahora los tomaremos como un solo proceso de *Cortes*.

Tabla 12. Tiempo de Ciclo, Preparación y Producción

Proceso	Tiempo de Preparación seg/kg	Tiempo de Producción seg/kg	TIEMPO DE CICLO seg/kg	% Tiempo de Preparación	% Tiempo de Producción
Extrusión	6,51	136,36	142,87	4,56%	95,54%
Impresión	132,10	82,40	214,50	61,59%	38,41%
Sellado	10,42	140,81	151,22	6,88%	93,12%
Cortes	9,96	118,88	128,84	7,73%	92,27

Nota: El tiempo de ciclo descrito en la tabla, es el tiempo que toma la producción de un kilogramo.

Nuestro porcentaje de tiempo operativo o tiempo de producción, viene a ser nuestra eficiencia general del equipo (OEE), que es básicamente la fracción del tiempo total que la máquina está generando productos de calidad destinados al cliente. Como podemos observar, tenemos un OEE significativamente bajo, que es el de la impresora, con 38 %.

- **Tiempo Disponible**

La empresa ha definido tiempos disponibles de procesamiento de fajillas de 12 horas diarias, excepto para la impresora que se sabe que también toma parte del turno de la noche para evitar acumulaciones en sus pedidos. Definiremos el tiempo disponible de una jornada de 12 horas, que ha adoptado la empresa, entre 8 horas laborables y 4 horas extras, que se efectúa 24 días al mes. Los operarios y las máquinas van a tener distintos tiempos disponibles. Las máquinas están operando incluso mientras los operarios están en tiempos de descanso y de almuerzo. Durante estos tiempos las máquinas quedan a cargo de ayudantes.

Tabla 13. Tiempo Disponible del Turno de Trabajo

	Tiempo Disponible Hora Hombre			Tiempo Disponible Hora Máquina		
	Horas	Min	Seg	Horas	Min	Seg
<b>Horas Laborables</b>	<b>8</b>	<b>480</b>	<b>28800</b>	<b>8</b>	<b>480</b>	<b>28800</b>
Almuerzo	0,50	30	1800	-	-	-
Descanso	0,17	10	600	-	-	-
<b>Horas Extras</b>	<b>4</b>	<b>240</b>	<b>14400</b>	<b>4</b>	<b>240</b>	<b>14400</b>
Descanso	0,17	10	600	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>11,16</b>	<b>670</b>	<b>40200</b>	<b>12</b>	<b>720</b>	<b>43200</b>

Trabajaremos en función del tiempo disponible de las máquinas, ya que ese es el tiempo que se utiliza para procesar el producto. El tiempo disponible de los operarios servirá para análisis posteriores.

- **Desperdicio de Material**

Dentro del sistema de producción de fajillas, el proceso de impresión tiene cierta cantidad de desperdicio de material, antes de la entrega del producto final. El desperdicio se genera ya que las pruebas de impresión se la realizan en esta máquina de escala completa. Esto obliga a la extrusora e impresora, a producir más que la demanda diaria establecida para compensar el material residual.

Tabla 14. Desperdicio de Material en Kilogramos

Proceso	Observación de Ciclos	Entrada kg	Desperdicio kg	% Promedio de Desperdicio
Impresión	1	100	5,60	6,70%
	2	100	6,60	
	3	100	8,80	
	4	100	6,70	
	5	100	5,80	

En el resto de procesos no se detectó una cantidad de desperdicio significativa para el análisis. La tabla nos indica que, por cada 100 kg de producto, 6,70 kg se desperdician en total en el proceso de impresión.

Se obtuvo que, tanto la impresora como la extrusora, deben producir aproximadamente 300 kg diarios para cubrir la demanda. El proceso de sellado y cortes mantiene las mismas cantidades de producción de la demanda diaria, de 280 kg.

- **Paquetes de Producción por Proceso**

Cada proceso maneja cantidades mínimas o ya establecidas de producción. Por ejemplo, la extrusora genera 150 kg en total a la vez. Por esta razón se decidió tomar las salidas de cada máquina, como producción por paquetes. En el caso del ejemplo tendríamos que la extrusora produce paquetes de 150 kg. A continuación, tenemos los paquetes de producción de todos los procesos.

Tabla 15. Paquetes de Producción

Proceso	Kg x Paquetes
<b>Extrusión</b>	150
<b>Impresión</b>	20
<b>Sellado</b>	20
<b>Cortes</b>	20

Nota: En teoría, los paquetes podrán ser abiertos por el proceso que le sigue, una vez que los paquetes cumplan con la cantidad establecida de kilos.

- **Tiempo Operativo**

Nuestro tiempo operativo para cubrir la demanda diaria va a variar de máquina en máquina. Observamos los resultados en la tabla a continuación.

Tabla 16. Tiempo Operativo

Proceso	Turno Diurno (horas)	Horas Extras (Día)	Turno Nocturno (horas)	Horas Extras (Noche)	TOTAL HORAS
<b>Extrusión</b>	8	3,90	-	-	11,90
<b>Impresión</b>	8	4,00	5,87	-	17,87
<b>Sellado</b>	8	3,76	-	-	11,76
<b>Cortes</b>	8	2,02	-	-	10,02

Todos los procesos requieren de horas extras, pero la impresora no solo requerirá de horas extras, sino también ocupar parte de la jornada laboral de la noche.

### 3.5 VSM

El mapeo de la cadena de valor nos ayudará a detectar “mudas” o desperdicios que se encuentran a lo largo de los procesos que se realizan en la empresa.

Se requiere de un tiempo disponible fijo para poder realizar el VSM actual, el VSM futuro y la simulación. Tomaremos como base un tiempo disponible de 12 horas, que es el que se ha planteado la empresa para el desarrollo de las fajillas, menos en el caso de la impresión que se extiende al horario nocturno. Sin embargo, trabajaremos con el horario que la empresa intenta alcanzar a nivel general de 12 horas, siendo este nuestro punto de comparación.

#### 3.5.1 Familia de Productos

Existen varios productos, procesos y familias en la empresa, pero desde un principio mencionamos que nos fijaríamos únicamente en la línea de producción de fajillas para bebidas, por lo tanto, es el producto que se tomará en cuenta para el desarrollo del VSM.

Tabla 17. Familia de Productos

Proceso Producto	Extrusión	Impresión	Sellado	Precorte	Corte
Fajillas para bebidas – 3 colores	X	X	X	X	X
Fajillas para bebidas – 4 colores	X	X	X	X	X
Fajillas para bebidas – 5 colores	X	X	X	X	X
Fajillas para bebidas – 6 colores	X	X	X	X	X

Nota: La tabla se realizó para reiterar que todas las fajillas siguen el mismo proceso, sin importar la cantidad de colores del pedido.

### **3.5.2 VSM Actual**

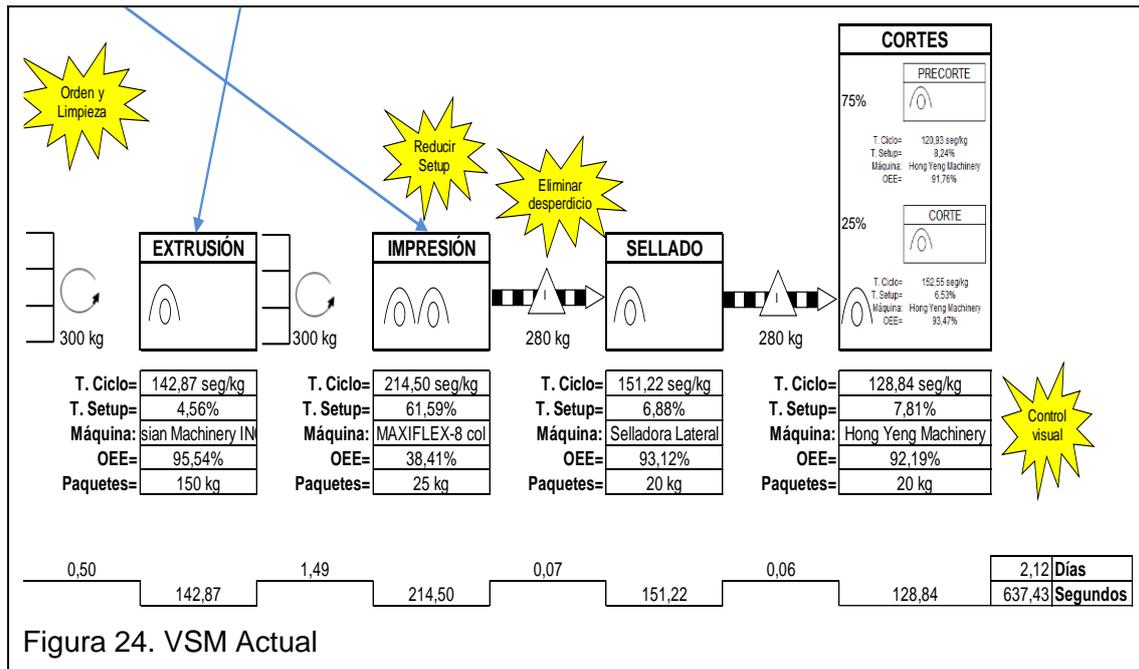
El VSM actual mejora nuestra perspectiva de lo que ocurre en nuestra cadena de valor y nos ayuda a identificar las restricciones y el cuello de botella de nuestro sistema. Para generar el estado actual del VSM y analizarlo, se requiere una serie de datos, que en parte ya hemos obtenido durante el estudio del trabajo. A continuación, veremos datos e información fundamentales para el VSM.

- **Información adicional para el VSM**
  - **Diseño y Despacho de Fajillas**

Como se mencionó en la descripción de procesos, las fajillas tienen que ser diseñadas, según los requerimientos del cliente, para luego empezar a ser procesadas en planta. En total este proceso toma alrededor de 2 días en realizarse. También tenemos el despacho del producto final al cliente. Este ocurre después de que se ha procesado el producto y también toma 1 día, entre esperas y actividades de transporte.

- **Elaboración VSM Actual**

Para poder comprender el comportamiento del sistema de elaboración de fajillas, se recurrió a observar los procesos en la empresa, al igual que a nivel de simulación, permitiéndonos identificar a detalla el flujo de operaciones, obteniendo el siguiente VSM actual. Recurrir al Anexo 15 para mayor detalle.



El VSM actual incluye el tiempo de ciclo, tiempo de setup o preparación, la máquina, el OEE y el tamaño de los paquetes que se procesan. También observamos la cantidad de inventario requerida para la producción de la demanda diaria. El tiempo de manufactura que se obtuvo para cubrir dicha demanda fue de 2,12 días laborables o 25 horas y 20 minutos. Adicionalmente tenemos 3 días de diseño y despacho, dando un total de 5,12 días antes de que el producto llegue al cliente.

El proceso de extrusión inicia como un sistema Pull, al ser ejecutado bajo los pedidos de los clientes. Para cubrir la demanda diaria se debe procesar 300 kg de materia prima, que sale como bobinas para fajillas. Estas bobinas luego entran a ser procesadas por la impresora para producir bobinas impresas. La impresión produce 20 kg de desperdicio de los 300 kg que ingresaron.

A partir del sellado, el proceso fluye como un sistema Push. Los 280 kg que salen de la impresión, pasan a ser procesados por la selladora lateral y salen bobinas selladas, que finalmente son procesadas por los procesos de cortes y salen como bobinas cortadas, siendo este nuestro producto final.

Nota: Las oportunidades de mejora, representadas por los Relámpagos Kaizen, serán analizadas en el cuarto capítulo.

- **Takt Time - Velocidad de la Demanda**

Aplicando la Ecuación 6 obtenemos el takt time de la demanda diaria y del tiempo disponible de trabajo. Ya que las máquinas funcionan incluso durante el descanso y tiempos de almuerzo de los operarios, no es necesario reducir estos tiempos de la jornada laboral de 12 horas.

Como ya habíamos mencionado, la demanda va a variar por máquina ya que debe haber una compensación del desperdicio de material. Por esta razón la extrusora y la impresora, tienen como dato en la Ecuación 6, 300 kg de demanda. La selladora y los procesos de cortes tienen 280 kg.

- **Extrusión e Impresión**

$$Takt\ Time = \frac{43200\ segundos}{300\ kg} = 144,00\ \frac{seg}{kg}$$

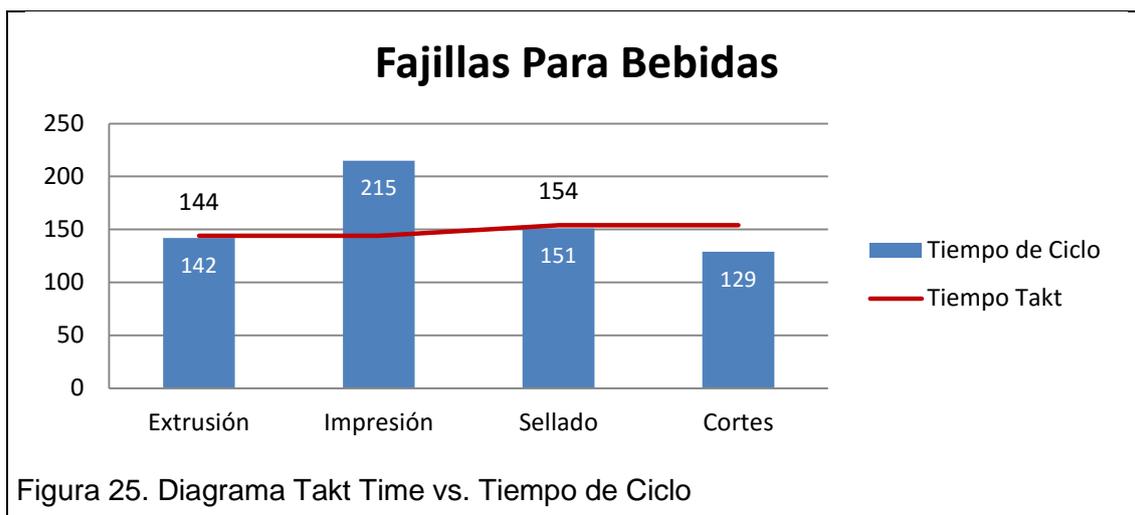
- **Sellado y Cortes**

$$Takt\ Time = \frac{43200\ segundos}{280\ kg} = 154,28\ \frac{seg}{kg}$$

Esta información nos es útil para definir nuestro cuello de botella a lo largo de toda la operación de producción.

- **Cuello de botella**

Nuestro cuello de botella lo identificamos al comparar los takt times resultantes con el tiempo de ciclo de cada proceso, vistos en la Tabla 12.



El proceso que se define como el cuello de botella es la impresión flexográfica, como muestra la Figura 25. Su tiempo de ciclo es el más lento y esta 33% más elevado que el takt time, lo cual repercute en el sistema a nivel general. Genera estancamientos del producto que sale de la extrusora y restringe las entradas de los demás procesos que están después de la impresora.

Los retrasos del proceso se deben a sus altos tiempos de preparación, que se muestran en la Tabla 12. Aproximadamente el 62% del tiempo de ciclo está destinado a la preparación de la máquina y apenas el 38% se dedica a la producción.

### 3.6 Simulación del Estado Actual

Para el desarrollo del proyecto en cuestión, se ha hecho una simulación, en el programa Flexsim, del estado actual de la línea de producción de fajillas para bebidas. La jornada laboral que se ha utilizado en el programa es la que ya planteamos durante la elaboración del VSM, que fue de 12 horas.

La simulación presenta una versión dinámica, más cercana a la realidad, que el VSM. Ambas herramientas se han elaborado complementariamente para tener una máxima comprensión de nuestros procesos involucrados.

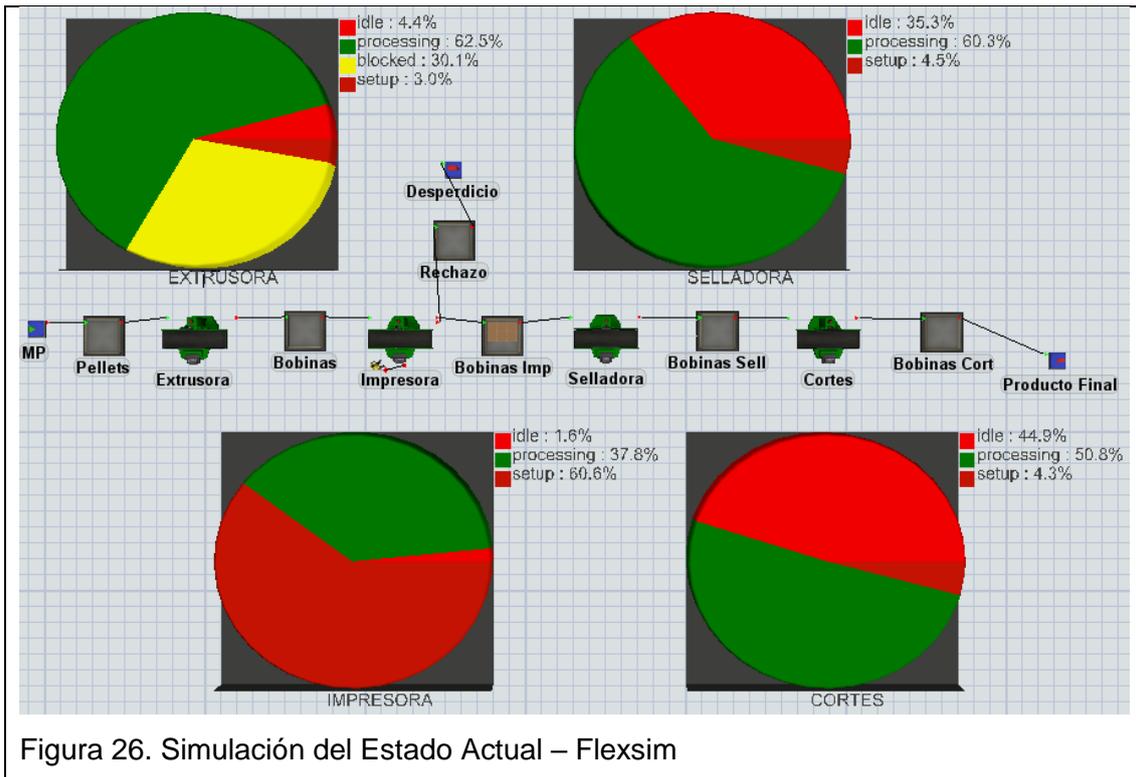


Figura 26. Simulación del Estado Actual – Flexsim

Parte desde que llega la materia prima para que la extrusora la procese, hasta que sale de los procesos de cortes. Se la realizó durante un mes de producción de fajillas. La razón que no se simuló la producción diaria, fue porque el proceso en sí, demora más de un día y si se simulaba diariamente, no íbamos a obtener resultados coherentes en las gráficas de estado de producción que nos genera el programa.

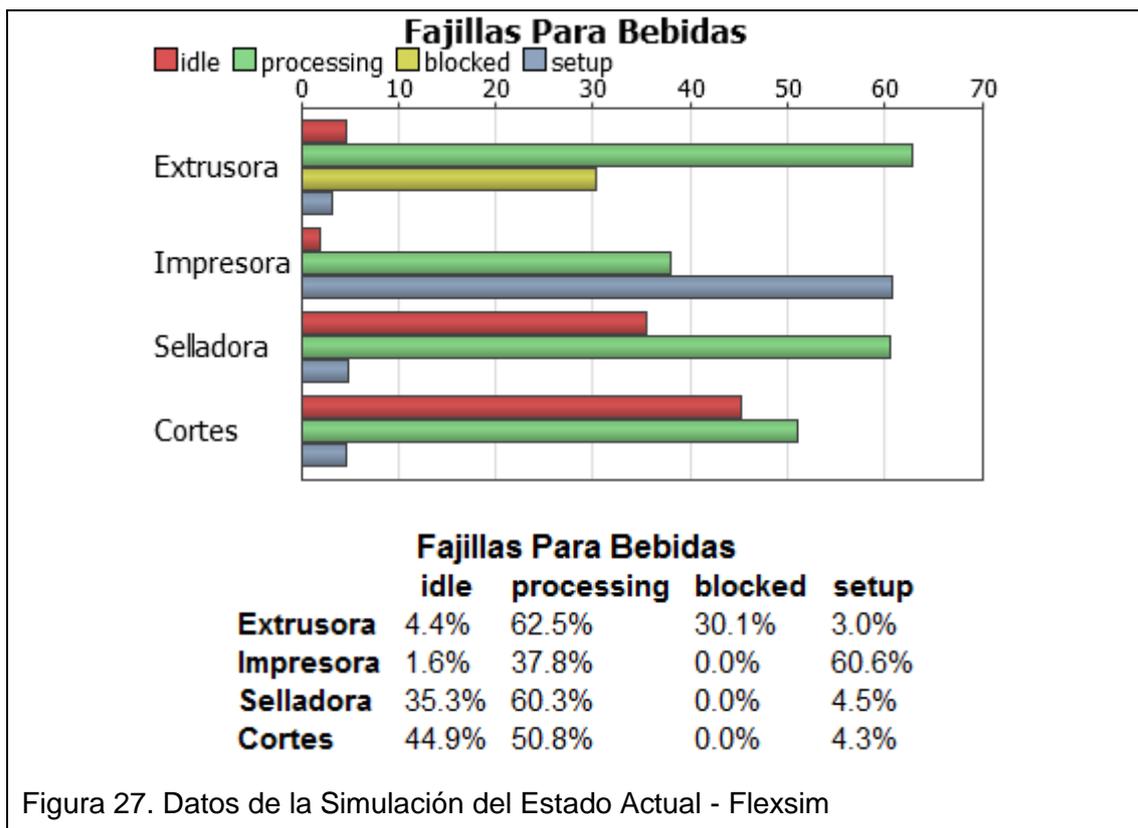
Durante la simulación se observó que el tiempo de manufactura, para cubrir la demanda del primer día, de 280 kg, fue de 2,15 días laborables. A este tiempo debemos adicionarle los 3 días de diseño y despacho, obteniendo un lead time de 5,15 días o 61 horas y 50 minutos.

En teoría la demanda mensual de 6720 kg, más 480 kg de desperdicio, deberíamos cubrirla en 26,15 días laborables. Sin embargo, el tiempo total obtenido fue de 36,35 días laborables en planta. Tenemos 8,20 días laborables o 98 horas y 25 minutos demás de trabajo causado porque el tiempo en que la impresora se demora en satisfacer la demanda diaria, supera las 12 horas de

trabajo diario. Estas son horas extras y deben ser distribuidas a lo largo del turno laboral nocturno para evitar la acumulación de material y retrasos en los pedidos.

Ya que las horas extras se distribuyen en el turno de la noche, obtenemos 26,15 días laborables en planta más 2 días de diseño y 1 día de despacho, es decir 29,15 días o 349 horas y 50 minutos. De esta manera el pedido del último día del mes (día 24) se entrega 5,15 días después de realizado el pedido. El tiempo extra tendrá un costo sobre la producción, que lo veremos en el análisis económico en el quinto capítulo del proyecto.

El gráfico de barras a continuación contiene la información de los diagramas de pastel de la Figura 26.



Al igual que durante la identificación del cuello de botella realizada, observamos que la impresora es nuestro proceso que restringe a los demás. El

proceso demora un total de tiempo del 98,4%, entre tiempos productivos de 38,7%% y tiempos de setup de 60,6%.

El porcentaje de tiempo improductivo de la extrusora, es el tiempo que permanece bloqueada, que es 30,1%, y se da porque está detrás de la impresora y tiene que esperar a que esta termine ciertas cantidades de producción para poder seguir trabajando.

En los siguientes procesos de sellado y cortes, observamos tiempos de ocio del 36,2% y 46,9% respectivamente, pero en este caso los tiempos de ocio representan tiempos de espera de material que sale de la impresora, por ende tiempos improductivos de las máquinas.

El operario de la impresora, es el único que se dedica a una sola máquina en la línea de producción, los demás operarios controlan de 2 a 4 máquinas en otras líneas, ajenas a la elaboración de fajillas. Por esta razón se simuló únicamente las actividades del operario de la impresora, y se observó que tiene tiempos productivos del 60,6%. Esto tiene lógica, ya que es el mismo porcentaje de tiempo que se dedica a la configuración de la máquina. También tiene un 8,4% de tiempo de descanso y almuerzo, dándonos como resultado un tiempo de ocio del 31%.

Como concluimos anteriormente, los altos tiempos de ciclo de la impresora se deben a sus tiempos de preparación elevados y es donde se centrarán la mayoría de oportunidades de mejora por ser el cuello de botella del sistema. Para dejar de tener acumulaciones en los pedidos que llevan a hacer uso del turno de la noche, la impresora deberá tener tiempos operativos menores a 12 horas.

## **4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MEJORA**

### **4.1 Oportunidades de Mejora**

Las oportunidades de mejora se identificaron gracias a los análisis previos y se las marcaron dentro del VSM actual con los denominados Relámpagos Kaizen vistos en el Anexo 15. Se agruparon las mejoras y sus respectivos criterios de productividad en la tabla de Plan de Mejoras, vista en el Anexo 16.

### **4.2 Propuesta de Mejora – Proceso de Impresión**

El objetivo principal es la reducción de los altos tiempos de preparación de la impresora, generados por los constantes y extensos cambios de matriz que requiere la máquina. La reducción de los tiempos de setup, aumentarán los tiempos productivos y reducirá el tiempo extra de trabajo de la máquina.

El plan de mejoras define como herramienta principal la aplicación de SMED (preparaciones rápidas). Junto a esta metodología, se encuentran otras complementarias de adecuación y control de procesos, que son 5S's y Andon. También el plan de mejoras presenta la implementación de maquinaria ligera, como apoyo del proceso de impresión para la reducción de desperdicio de material.

#### **4.2.1 Orden y Limpieza 5S's**

La metodología 5S's se implementa a las organizaciones como un hábito y una cultura, por lo cual no solo debe efectuarse en el área donde la empresa ha demostrado tener más problemas, sino a nivel general de toda la compañía. La herramienta tiene un orden secuencial que debe ser respetado para su correcta implementación.

Como se puede observar en algunas de imágenes del Anexo 1, Flexofama tiene muchas oportunidades de mejora en cuanto a orden y limpieza, para crear

puestos de trabajo más eficientes y agradables. Hemos adaptado un formato de Auditorías 5S's, vista en el Anexo 17, para que la empresa pueda conocer y controlar su estado en cuanto a esta metodología se refiere.

El primer paso que se debe seguir es la Selección, que consiste en identificar y clasificar los objetos del puesto de trabajo, dejando solo lo necesario para la ejecución de tareas de los colaboradores. La empresa debe cuestionarse si cuentan con las herramientas adecuadas y en las cantidades necesarias. Lo que no se considera esencial para los procesos deberá ser descartado o redestinado a otras actividades donde aporten valor.

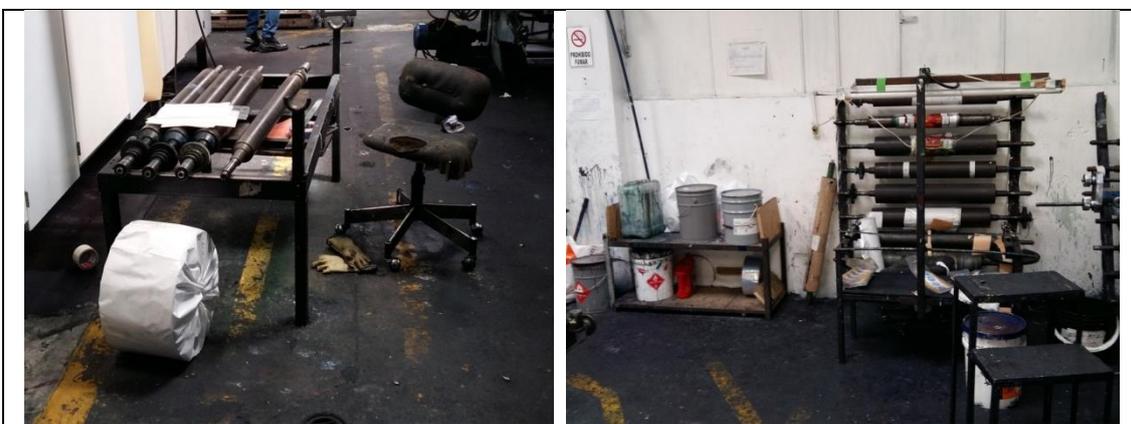


Figura 28. Imágenes de Áreas de Trabajo – Flexofama

Tomado de: (Flexofama, s.f)

La empresa deberá establecer un sitio para cada artículo antes seleccionado. En el caso de la Figura 28, podemos observar que los objetos se encuentran botados en el piso como la cinta adhesiva, una bobina, guantes y los tachos de pintura. Además, la mesa de trabajo no está delimitada como un área de trabajo, estorbando en las rutas de traslado de los operarios. Esto hace que sea difícil ubicar e identificar los artículos que se requieren. El uso de señales de control visual (Andon), son ideales para la organización de los objetos, por medio de la implementación de código de colores, listado de objetos y códigos de ubicación de artículos.

El aspecto visual influye en la impresión que una compañía da a sus clientes. En la Figura 28 también vemos que los puestos de trabajo que requieren ser

aseado y mejor presentado. Flexofama debe limpiar constantemente las áreas de producción, en especial las áreas de impresión, donde existe mucha suciedad por el uso de las tintas flexográficas.

Para no perder lo aprendido, se plantea a la empresa crear hábitos a través de la estandarización de los métodos de orden y limpieza. De esta forma las 5S's se mantendrán con el paso del tiempo y se convertirán en parte de la cultura empresarial. El formato de evaluación adjunto en el Anexo 17 servirá para la revisión de la implementación de esta herramienta, ya que tiene una guía de calificación que permite evaluar lo alcanzado según un rubro.

Nota: El Formato de Auditorías 5S's fue Adaptado del Curso Yellow Belt de Lean Six Sigma Institute.

#### **4.2.2 Andon**

Ya observamos parte de esta metodología durante el planteamiento de implementación de las 5S's en la empresa, ya que se requiere de códigos de colores, señalética y claves de ubicación de objetos para establecer un orden de las áreas de trabajo, materiales y herramientas utilizados en los puestos de trabajo.

Profundizando lo ya mencionado, los códigos de colores pueden ser utilizados en la empresa para la delimitación de áreas de trabajo, identificación de herramientas, cables y tuberías. En la Figura 28 y el Anexo 1 observamos que las rutas de por dónde se trasladan los operarios y parte de los puestos de trabajo se encuentran delimitados, pero hay un desgaste de la pintura, así como falta de cumplimiento con las normas establecidas del código de colores (rutas bloqueadas). Se plantea a la empresa pintar nuevamente las rutas y áreas de trabajo por el desgaste de la pintura. También delimitar las áreas que no se encuentran establecidas y controlar su correcta utilización mediante el formato propuesto en el Anexo 17.

La orden de producción del proceso de extrusión, y la ficha técnica del de impresión ya representan controles de producción. Pero se puede mejorar la interacción entre ambos procesos y los procesos a nivel general en planta, mostrando en tableros digitales o pizarras la cantidad de producción diaria que se debe cumplir y en el tiempo establecido que se lo debe hacer. Esto ayudará a los empleados a mantenerse enfocados respecto al cumplimiento de objetivos de los procesos y de la organización.

### **4.2.3 Máquina FLEXIPROOF 100**

Antes de entrar a la herramienta SMED, definiremos algunas características de la máquina que se propone implementar en la empresa, destinada a la reducción de desperdicios y tiempos de preparación.

La máquina FLEXIPROOF 100 es prácticamente una impresora flexográfica a pequeña escala. Su diseño está dirigido a la impresión de pruebas funcionales de color e impresión, tanto para la aprobación del cliente, como para la experimentación y comparación de la empresa entre los factores claves que definen la calidad de la impresión. (Grafitec International Inc., s.f, pág. 1)

Cuenta con las partes esenciales para realizar pruebas de calidad con tinta flexográfica en láminas PEBD, al igual que se realizarían en la impresora flexográfica de escala completa en la empresa. Incluye dos rodillos anilox, un rodillo de fotopolímeros y un rodillo de impresión en lámina.

#### **4.2.3.1 Ventajas de la Máquina**

- Es una versión a pequeña escala de una impresora flexográfica industrial, con resultados de muestras exactos y de calidad.
- No requiere un área grande donde ubicarla.

- Reduce los tiempos de preparación al eliminar el uso de impresoras industriales para las pruebas piloto, experimentación, comparación y comprobación de color, calidad y diseño de las muestras de impresión.
- Asegura la calidad de las tintas flexográficas utilizadas por la empresa.
- Elimina el desperdicio generado por calibración de colores en impresoras industriales.
- Define la viabilidad del diseño del producto que desea el cliente.
- Aumenta el tiempo de vida y prolonga los tiempos de mantenimiento de las impresoras industriales, al reducir el desgaste de sus partes durante las pruebas de impresión.
- Aumenta la disponibilidad de impresoras flexográficas para la producción.

(Grafitec International Inc., s.f, pág. 1)

#### 4.2.3.2 Especificaciones de la Máquina

- **Partes de la FLEXIPROOF 100**



Figura 29. FLEXIPROOF 100

Adaptado de: (Grafitec International Inc., s.f, pág. 1)

Tabla 18. Partes de la FLEXIPROOF 100

No.	Parte	Descripción
1	Interruptor de Encendido	Enciende la máquina.
2	Botones de Arranque	Se utilizan dos, por seguridad del usuario.
3	Marcador de Presión	Controla, en micrómetros, la presión ejercida entre los rodillos.
4	Depósito de Tinta	Contiene tinta para pruebas de impresión.
5	Rodillo Anilox	Para transferir la tinta al fotopolímero.
6	Rodillo de Fotopolímero	Contiene diseño de impresión para transferir a la lámina.
7	Rodillo de Impresión	Es donde se coloca la lámina de impresión, del tamaño de media hoja A4 aproximadamente.
8	Regulador de Velocidad	Controla la velocidad de los rodillos, de 20-100 m/min.

Adaptado de: (Grafitec International Inc., s.f, pág. 2)

- **Cuadro de Especificaciones**

Tabla 19. Especificaciones de la FLEXIPROOF 100

<b>Marca</b>	RK Printcoat Instruments
<b>Velocidad de Impresión</b>	20-100 m/min
<b>Área de Impresión</b>	297x75 mm
<b>Ajuste de Rodillos</b>	Escalado en incrementos de 4 micrómetros
<b>Dimensiones</b>	55x45x45 cm
<b>Peso</b>	45 kg
<b>Fuente</b>	110-115 V o 200-230 V
<b>Costo</b>	\$ 15000

Adaptado de: (Grafitec International Inc., s.f, pág. 4).

El costo de la máquina fue proporcionado por el representante de la marca RK Printcoat Instruments de Colombia, que es la compañía Art Graphic Vision (AVG). Es el lugar más cercano y barato donde se la puede conseguir, con posibilidades de exportación desde Bogotá a Quito.

#### 4.2.3.3 Proceso de Operación de la FLEXIPROOF 100

- **Descripción del Proceso**

El proceso de utilización de la máquina es bastante rápido y sencillo. Empieza por la configuración del marcador de presión y la velocidad deseada. Luego se coloca el rodillo anilox, la lámina PEBD y el fotopolímero en sus lugares correspondientes. La lamina PEBD al igual que el fotopolímero se colocan con adhesivo en su respectivo rodillo. La tinta se dosifica al anilox y al depósito de tintas por medio de una pipeta y se corre la máquina a la velocidad configurada, para distribuir la tinta alrededor del anilox. Una vez que se tenga el anilox corriendo, se presionan los 2 botones de arranque para acercar los rodillos del fotopolímero y la lámina de impresión al anilox y así producir la prueba de impresión.

Finalmente, la limpieza de la FLEXIPROOF 100 se la realiza solamente con un trapo y un poco de alcohol. Si se ha dejado de usar la tinta del depósito de tintas, se lo retira para su limpieza. El rodillo anilox debe estar corriendo, para pegar el trapo con alcohol y facilitar la absorción de tinta. El resto de componentes se limpian con la máquina parada. (Grafitec International Inc., s.f, pág. 3)

Nota: Para visualizar el flujograma del proceso descrito, recurrir al Anexo 18.

- **Tiempo de Ciclo**

Ya que la máquina no la tenemos físicamente, obtuvimos el tiempo de ciclo de realizar varias pruebas de impresión, a partir de un video tutorial. El tiempo de ciclo incluye la preparación y operación de la máquina y fue de 336 segundos por cada pedido realizado en un día, lo cual es extremadamente bajo y no representaría inconvenientes al incluirlo dentro de los procesos para la elaboración de fajillas. (Youtube, s.f)

#### 4.2.4 SMED

Hasta ahora hemos visto lo que las metodologías 5S's y Andon y la aplicación de la FLEXIPROOF pueden mejorar en la empresa; proseguimos con la implementación de la metodología SMED. La herramienta de preparaciones rápidas se divide en las 3 fases a continuación.

##### 4.2.4.1 Fase 1 - Identificar y Separar Operaciones

En esta primera fase, se separa las actividades de preparaciones internas (máquina parada), de las externas (máquina corriendo). En nuestro proceso de impresión ya tenemos identificadas todas las actividades, por lo que solo nos queda separarlas.

Tabla 20. SMED – Fase 1

No.	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN	
		INTERNA	EXTERNA
1	Revisar ficha técnica y fotopolímeros	X	
2	Configurar software de la impresora	X	
3	Traer canecas de drenado de tintas	X	
4	Drenar tintorerías en canecas	X	
5	Verter alcohol en tintorerías y pasar trapo	X	
6	Inducir succión de alcohol de mangueras de tinta	X	
7	Trasladar canecas a bodega de MP	X	
8	Seleccionar y trasladar MP para impresión	X	
9	Colocar tintas y alcohol en caneca, según Ficha T. y Pantone	X	
10	Mezclar tintas y alcohol con vara	X	
11	Verificar viscosidad con cronometro	X	
12	Regular viscosidad con tinta o alcohol	X	
13	Verter mezcla en tintorerías con caneca o tarrina	X	
14	Trasladarse a cuarto de montaje de mangas con fotopolímero	X	
15	Medir diámetro del fotopolímero	X	
16	Seleccionar mangas tubulares	X	
17	Pegar stickyband en manga	X	
18	Pegar fotopolímero en manga	X	
19	Llevar mangas tubulares a impresora	X	
20	Cambiar piñones de la impresora	X	
21	Injectar aire en los ejes de las mangas y destapar huecos	X	
22	Colocar mangas nuevas y sacar anteriores	X	
23	Poner y ajustar tapas de ejes de mangas	X	

24	Trasladar bobinas de impresión	X	
25	Colocar bobina en eje de desenrollado y pegar lamina guía	X	
26	Imprimir y calibrar colores	X	
27	Calibrar y centrar rodillos de la máquina	X	
28	Imprimir muestra	X	
29	Parar impresora y cortar muestra	X	
30	Aprobar muestra	X	

Nota: Es importante saber que el proceso fue filmado, en las etapas que se permitió filmarlo, para la mejor obtención de resultados.

Por la complejidad del proceso y la falta de organización de las actividades realizadas por el operario, se observó que las actividades de preparación rara vez se hacían con la máquina corriendo y que la mayoría de veces se las realizaba cuando la máquina estaba parada. Basándonos en lo observado decidimos tomar todas las actividades de preparación como internas, lo cual no está lejos de la realidad.

En teoría, las muestras de impresión (de la actividad 26-30) se las realiza con la máquina corriendo (externas), pero se consideran internas porque la máquina no se encuentra corriendo para la elaboración del producto destinado al cliente, sino que produce desperdicio.

#### 4.2.5.2 Fase 2 - Convertir Operaciones

En la segunda etapa transformaremos las actividades que se puedan, de internas a externas con el objetivo de incluir las externas dentro del tiempo productivo y se realicen como actividades en paralelo.

Tabla 21. SMED – Fase 2

No.	ACTIVIDAD	CLASIFICACIÓN	
		INTERNA	EXTERNA
1	Revisar ficha técnica y fotopolímeros		X
2	Configurar software de la impresora	X	
3	Traer canecas de drenado de tintas		X
4	Drenar tintorerías en canecas	X	
5	Verter alcohol en tintorerías y pasar trapo	X	

6	Inducir succión de alcohol de mangueras de tinta	X	
7	Trasladar canecas a bodega de MP		X
8	Seleccionar y trasladar MP para impresión		X
9	Colocar tintas y alcohol en caneca, según Ficha T. y Pantone		X
10	Mezclar tintas y alcohol con vara		X
11	Verificar viscosidad con cronometro		X
12	Regular viscosidad con tinta o alcohol		X
13	Verter mezcla en tintorerías con caneca o tarrina	X	
14	Trasladarse a cuarto de montaje de mangas con fotopolímero		X
15	Medir diámetro del fotopolímero		X
16	Seleccionar mangas tubulares		X
17	Pegar stickyband en manga		X
18	Pegar fotopolímero en manga		X
19	Llevar mangas tubulares a impresora		X
20	Cambiar piñones de la impresora	X	
21	Inyectar aire en los ejes de las mangas y destapar huecos	X	
22	Colocar mangas nuevas y sacar anteriores	X	
23	Poner y ajustar tapas de ejes de mangas	X	
24	Trasladar bobinas de impresión		X
25	Colocar bobina en eje de desenrollado y pegar lamina guía	X	
26	Imprimir y calibrar colores	X	
27	Calibrar y centrar rodillos de la máquina	X	
28	Imprimir muestra	X	
29	Parar impresora y cortar muestra	X	
30	Aprobar muestra	X	

Se logró convertir 15 de las operaciones internas en externas, dejando las actividades de preparación en la mitad del total. Observaremos la reducción de los tiempos de preparación de dichas transformaciones, una vez que se hayan realizado todos los cambios aplicando SMED.

#### 4.2.5.3 Fase 3 - Refinar Preparación

Lo que haremos en la fase 3 es reducir los tiempos de preparación interna, al realizar ciertas actividades en paralelo. Nos centraremos en la propuesta de la implementación de un proceso de pruebas de color y calidad de impresión a través de la máquina FLEXIPROOF. Con el objetivo de reducir el desperdicio y los tiempos de pruebas realizados en la impresora.

Nos basamos en el alcance y las ventajas otorgadas por el proveedor de la máquina, para reducir la mayoría de las actividades que generan desperdicio. Las actividades 26, 28, 29 y 30 pasarían a ser parte del proceso ejecutado por la FLEXIPROOF, disminuyendo el tiempo de preparaciones internas por 19,24 segundos por kilogramo del tiempo total de preparación de la impresora flexográfica.

A la vez que se reduce el tiempo de preparación, también se reduce el desperdicio de la impresora, que es alrededor de un 6,7 % actualmente. El análisis de los resultados los veremos en el siguiente apartado.

### **4.3 Análisis de la Propuesta de Mejora**

La aplicación de la metodología SMED nos ha ayudado a eliminación y reducción de las mudas por desperdicio de tiempos y material. A continuación observaremos como afectan los cambios propuestos por el proyecto, al proceso de impresión, así como al sistema de elaboración de fajillas.

#### **4.3.1 Descripción del Proceso de Impresión Mejorado**

Mientras la máquina está corriendo, se realizan 15 de las actividades de preparación que se clasificaron como externas. Estas actividades empiezan con la revisión de la ficha técnica. Incluye todos los traslados de materia prima de la bodega de materia prima, del área de almacenamiento de bobinas para fajillas y del cuarto de montaje de mangas. El conjunto de actividades principales que se realizan externamente son dos subprocesos; el mezclado de la pintura y el montaje de los fotopolímeros en las mangas.

Son 11 las actividades que necesariamente se deben realizar con la máquina parada, que incluyen la configuración y calibración de la impresora, la limpieza de bombas y tintoreras, el llenado de las tintoreras, el cambio de piñones, la colocación de las mangas en los rodillos de la impresora, y la preparación

interna termina con la colocación de la bobina de impresión en el eje de desenrollado, para finalmente poner a correr la máquina.

Las actividades para pruebas de impresión ahora son parte de otros procesos que se los realiza por la FLEXIPROOF. De esta manera el total de actividades para impresión de fajillas pasan a ser 29 incluida la preparación y corrida de la impresora.

Nota: Para visualizar el flujograma del proceso de impresión mejorado, recurrir al Anexo 19.

#### **4.3.2 Tiempos de Impresión Mejorados**

Los nuevos tiempos de impresión, logrados con la propuesta de mejora, quedarían de la siguiente manera, divididos en preparaciones internas, externas y tiempo operativo.

No.	ACTIVIDAD	Tiempo Estándar OPERATIVO	Tiempo Estándar Preparaciones INTERNAS	Tiempo Estándar Preparaciones EXTERNAS
1	Revisar ficha técnica y fotopolímeros	-	-	0,1013
2	Configurar software de la impresora	-	0,1291	-
3	Traer canecas de drenado de tintas	-	-	0,1628
4	Drenar tintorerías en canecas	-	0,4138	-
5	Vertir alcohol en tintorerías y pasar trapo	-	0,0962	-
6	Inducir succión de alcohol de mangueras de tinta	-	0,0860	-
7	Trasladar canecas a bodega de MP	-	-	0,0841
8	Seleccionar y trasladar MP para impresión	-	-	0,0937
9	Colocar tintas y alcohol en caneca, según Ficha T. y Pantone	-	-	0,1453
10	Mezclar tintas y alcohol con vara	-	-	0,0403
11	Verificar viscosidad con cronometro	-	-	0,1148
12	Regular viscosidad con tinta o alcohol	-	-	0,0198
13	Vertir mezcla en tintorerías con caneca o tarrina	-	0,0831	-
14	Trasladarse a cuarto de montaje de mangas con fotopolímero	-	-	0,0191
15	Medir diámetro del fotopolímero	-	-	0,0393
16	Seleccionar mangas tubulares	-	-	0,1236
17	Pegar stickyband en manga	-	-	0,1412
18	Pegar fotopolímero en manga	-	-	0,1217
19	Llevar mangas tubulares a impresora	-	-	0,0841
20	Cambiar piñones de la impresora	-	0,1570	-
21	Inyectar aire en los ejes de las mangas y destapar huecos	-	0,0777	-
22	Colocar mangas nuevas y sacar anteriores	-	0,2291	-
23	Poner y ajustar tapas de ejes de mangas	-	0,1783	-
24	Trasladar bobinas de impresión	-	-	0,0801
25	Colocar bobina en eje de desenrollado y pegar lamina guía	-	0,2486	-
26	Calibrar y centrar rodillos de la máquina	-	0,0653	-
27	Imprimir pedido	2,1042	-	-
28	Parar impresora y Sacar bobinas impresas	0,0908	-	-
29	Trasladar y almacenar bobinas impresas	0,0935	-	-

2,2885	1,7641	1,3710	<b>TOTAL TIEMPO ESTÁNDAR hora/cada 100 kg</b>
0,0229	0,0176	0,0137	<b>TOTAL TIEMPO ESTÁNDAR hora/kg</b>

<b>TIEMPO DE CICLO hora/kg</b>	<b>0,0405</b>
--------------------------------	---------------

Figura 30. Tiempo de Ciclo de Impresión Mejorado

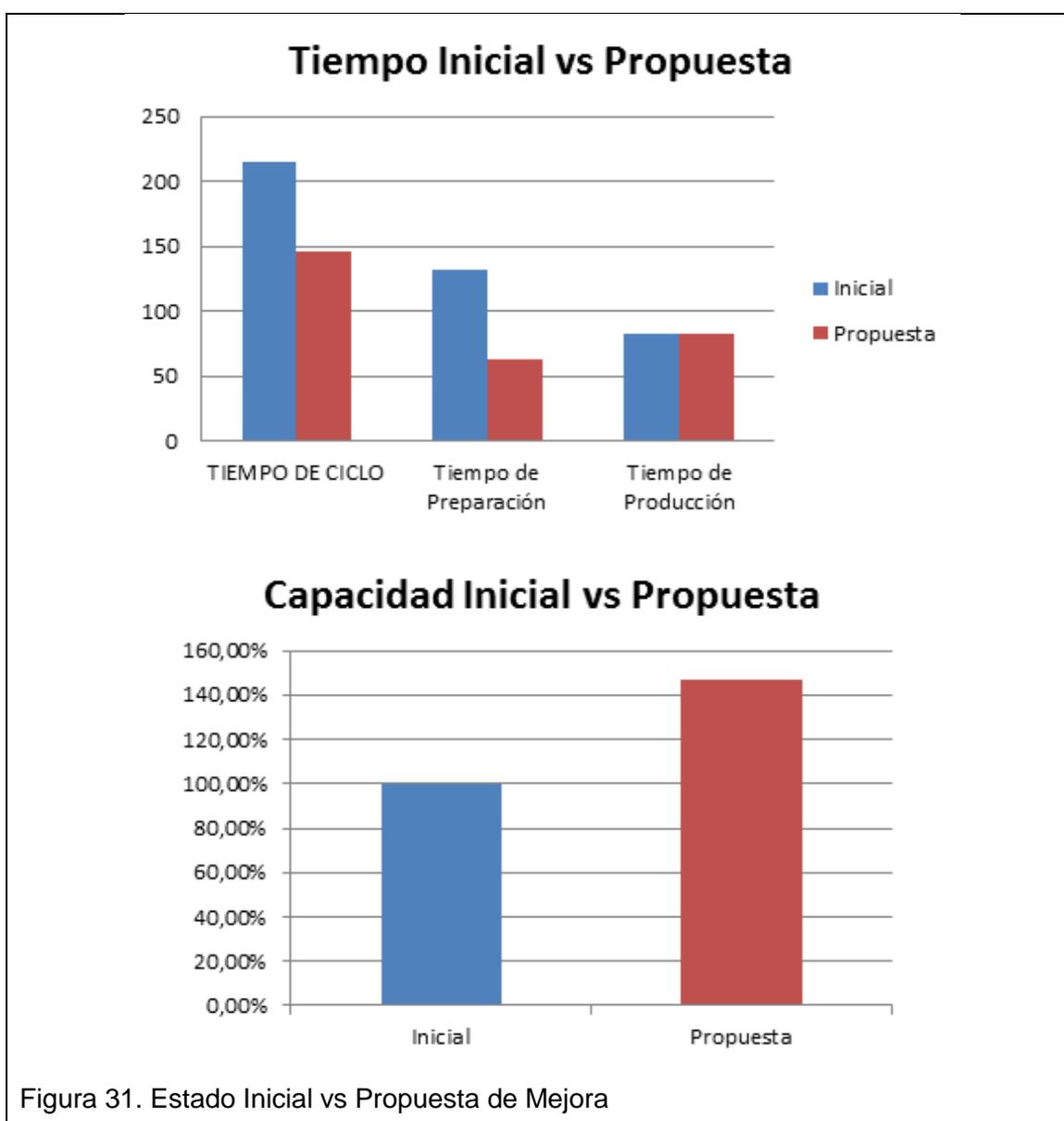
Nota: Esta tabla es una adaptación de la tabla de tiempo de ciclo de impresión, del Anexo 11. Para mayor detalle de los datos, la tabla de la Figura 30 se encuentra en el Anexo 20.

Nuestro nuevo tiempo de ciclo es de 0,0405 hora/kg o 145,89 segundos por kilogramo. Se lo obtuvo sumando el tiempo total de preparaciones internas (0,0176 hora/kg), más el tiempo operativo (0,229 hora/kg). El tiempo de preparaciones externas (0,0137 hora/kg) ahora se realiza en forma paralela mientras la máquina está en funcionamiento. Entre procesos paralelos de preparaciones externas y funcionamiento de máquina, el tiempo más alto es el que se toma en cuenta para el tiempo de ciclo, que en este caso es nuestro tiempo en el que la máquina está produciendo.

Tabla 22. Tiempo de Impresión Inicial vs Propuesta de Mejora

	Tiempo de Ciclo		Tiempo de Preparación	Tiempo de Producción	Capacidad de Producción		
	h/kg	seg/kg	seg/kg	seg/kg	kg/h	kg/día	kg/mes
<b>Inicial</b>	0,06	214,50	132,10	82,40	16,78	201,41	4833,88
<b>Propuesta</b>	0,04	145,89	63,49	82,40	24,68	296,10	7106,55
<b>Mejora</b>	Reducción del 32% del tiempo de ciclo		Reducción del 52% del tiempo de preparación	El tiempo de producción se mantuvo igual	Aumento del 47% de la producción		

A continuación, podremos contrastar gráficamente las mejoras del proceso que se encuentran en la Tabla 22.



Como ya fue mencionado, el tiempo de ciclo disminuye, ya que ahora se realizan varias de las actividades de preparación en paralelo con la máquina en funcionamiento. Por esta razón el tiempo de preparación se reduce en un 52% y por ende el tiempo de ciclo también disminuye, en un 32%. Con la disminución del tiempo de ciclo, existe un aumento de la capacidad de producción del 47%.

El porcentaje de tiempo que el operario ahora dedica al proceso, entre preparaciones internas y externas, es del 77,4%. Se ve un claro aumento del 15,8%, ya que antes dedicaba un 61,6%. Dentro del nuevo porcentaje de tiempo sobrante, se toman en cuenta los tiempos de descanso del operario y el tiempo que se le da para el almuerzo que abarcan un 8,4%, dejando un tiempo de ocio en el operario del 14,2%. Estos datos se confirmarán en la simulación.

- **Desperdicio de Material - Propuesta**

El desperdicio de material se ve reducido, ya que las actividades donde se producía, que son las pruebas de impresión, se las traslada a procesos que generan cantidades de desperdicio despreciable. Dentro de nuestras nuevas actividades de impresión, aún existe una que genera material de desecho, la cual es la número 26, que es *calibrar y centrar los rodillos de la máquina*.

Hemos logrado obtener el nuevo desperdicio generado porque sabemos a la velocidad a la que la impresora trabaja durante esta actividad y el tiempo en el que la realiza. El siguiente cálculo de desperdicio se lo realizó en el tiempo que toma el procesamiento de 100 kg de material, tal como se hizo en el estudio de tiempos de impresión inicial.

- Velocidad Impresión de Desperdicio = 15,50 kg/h
- Tiempo de Desperdicio = 0,0653 h

$$\text{Desperdicio} = 15,50 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 0,0653 \text{ h} = 1,01 \text{ kg} \approx 1 \text{ kg}$$

Es decir que del 100 % de la producción, apenas el 1% será desecho, según la propuesta. Se ha logrado reducir el desperdicio del 6,7% al 1% en decir un 5,7% menos. De esta forma, tendremos nuevas cantidades de producción por máquina para satisfacer la demanda diaria. Si la demanda diaria es de 280 kg, la nueva producción de la extrusora e impresora, sumando el desperdicio, será de 284 kg. Mientras que los procesos de sellado y cortes, mantienen sus 280 kg de producto diario.

- **Paquetes de Producción - Propuesta**

La extrusora produce 6 bobinas de pesos iguales, por lo que deberá producir bobinas de 23,5 kg, dando un total de 142 kg. Por ende, la impresora deberá procesar bobinas de 23,5 kg. Los procesos de sellado y cortes se pueden adaptar, al igual que la impresora, a las cantidades establecidas que llegan. Su producción será aproximada a los 23 kg, restando el desperdicio que sale de la impresora.

Tabla 23. Paquetes de Producción – Propuesta

Proceso	Kg x Paquetes
<b>Extrusión</b>	142
<b>Impresión</b>	23,5
<b>Sellado</b>	23
<b>Cortes</b>	23

Nota: Esta información servirá para la elaboración del VSM futuro y la simulación del proceso.

- **Tiempo Operativo - Propuesta**

El tiempo de producción diario va a cambiar para la extrusora y en especial para la impresora.

Tabla 24. Tiempos Operativo – Propuesta

Proceso	Turno Diurno (horas)	Horas Extras (Día)	Turno Nocturno (horas)	Horas Extras (Noche)	TOTAL HORAS
Extrusión	8	3,20	-	-	11,20
Impresión	8	3,50	-	-	11,50
Sellado	8	3,76	-	-	11,76
Cortes	8	2,02	-	-	10,02

Observamos que la impresora ya no necesita hacer uso de la jornada laboral nocturna para cubrir la demanda diaria. Ahora se mantiene entre el turno diurno, pero aun utilizando horas extras. A comparación del estado inicial, se han logrado reducir 6,37 horas de trabajo.

### 4.3.3 VSM Futuro

El VSM futuro nos mostrará cómo afecta la aplicación de las mejoras propuestas en la línea de producción de fajillas. Se lo realizó en conjunto con la simulación del proceso. El VSM Futuro completo se encuentra en el Anexo 21.

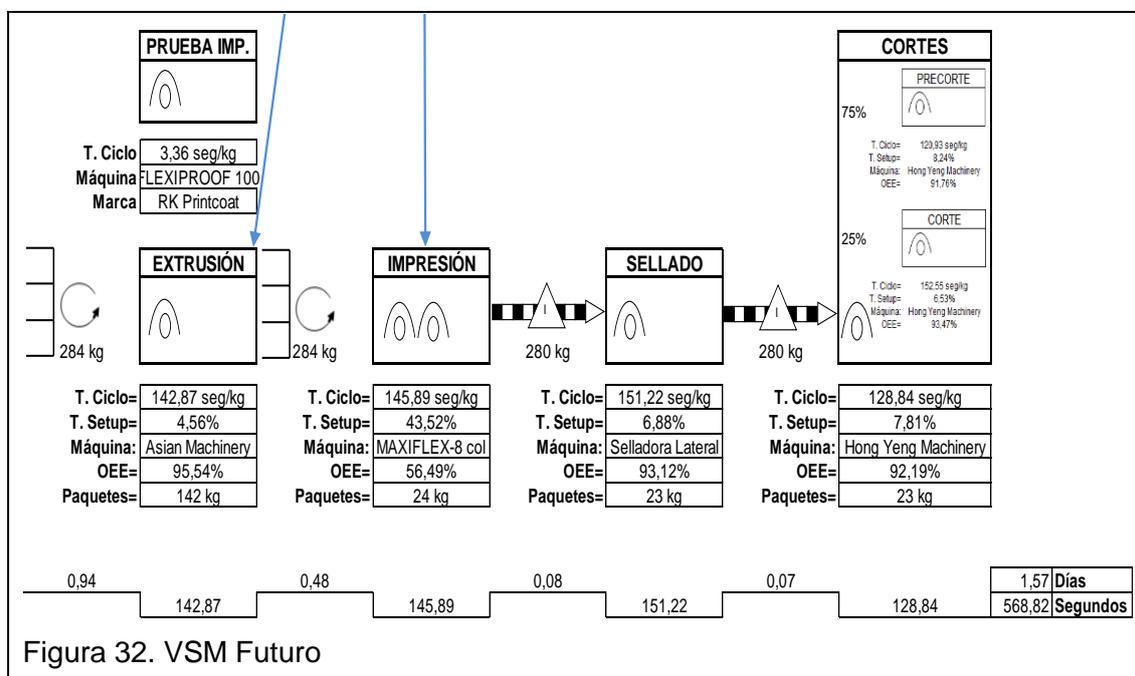


Figura 32. VSM Futuro

Hemos aplicado las mejoras en el VSM futuro, en cuanto a tamaño de paquetes procesados, tamaño de inventario (de 300 kg a 284 kg) para

satisfacer la demanda diaria, el OEE y porcentaje de tiempo de preparación de la impresora.

El tiempo de ciclo de la FLEXIPROOF es extremadamente bajo y se encuentra en paralelo con el proceso de extrusión. Por esta razón este proceso no aumentará el tiempo de manufactura de la línea de producción.

El nuevo tiempo de manufactura, que se obtuvo para cubrir la demanda diaria, fue de 1,57 días laborables o 18 horas y 50 minutos. Más los 2 días de diseño y despacho da 3,57 días para que el producto llegue al cliente.

- **Takt Time - Propuesta**

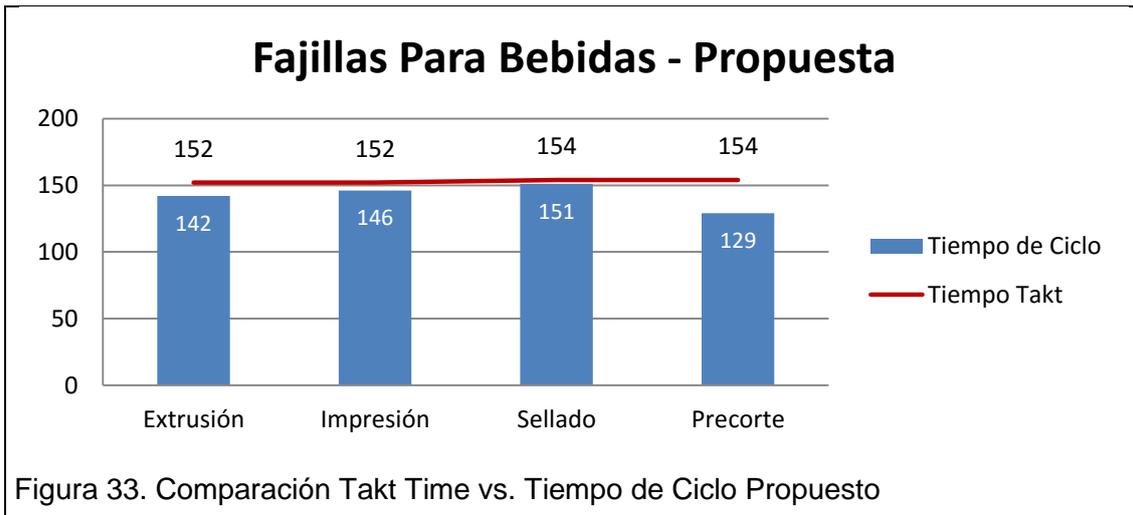
El takt time va a variar para los procesos de extrusión e impresión, ya que deben producir menos cantidades para satisfacer la demanda. (Aplicando la Ecuación 6)

$$Takt\ Time = \frac{43200\ segundos}{284\ kg} = 152,11\ \frac{seg}{kg}$$

Compararemos el nuevo takt time de la propuesta, con los tiempos de ciclo, para definir nuestros procesos más lento en el sistema de elaboración de fajillas para bebidas.

- **Cuello de Botella o Restricción - Propuesta**

El cuello de botella se genera cuando existe un proceso con un tiempo de ciclo más elevado que el del takt time. Si es que ninguno de nuestros procesos es más elevado que este tiempo, ya no se considera el tiempo más lento de procesamiento como un cuello de botella, sino como una restricción dentro del sistema.



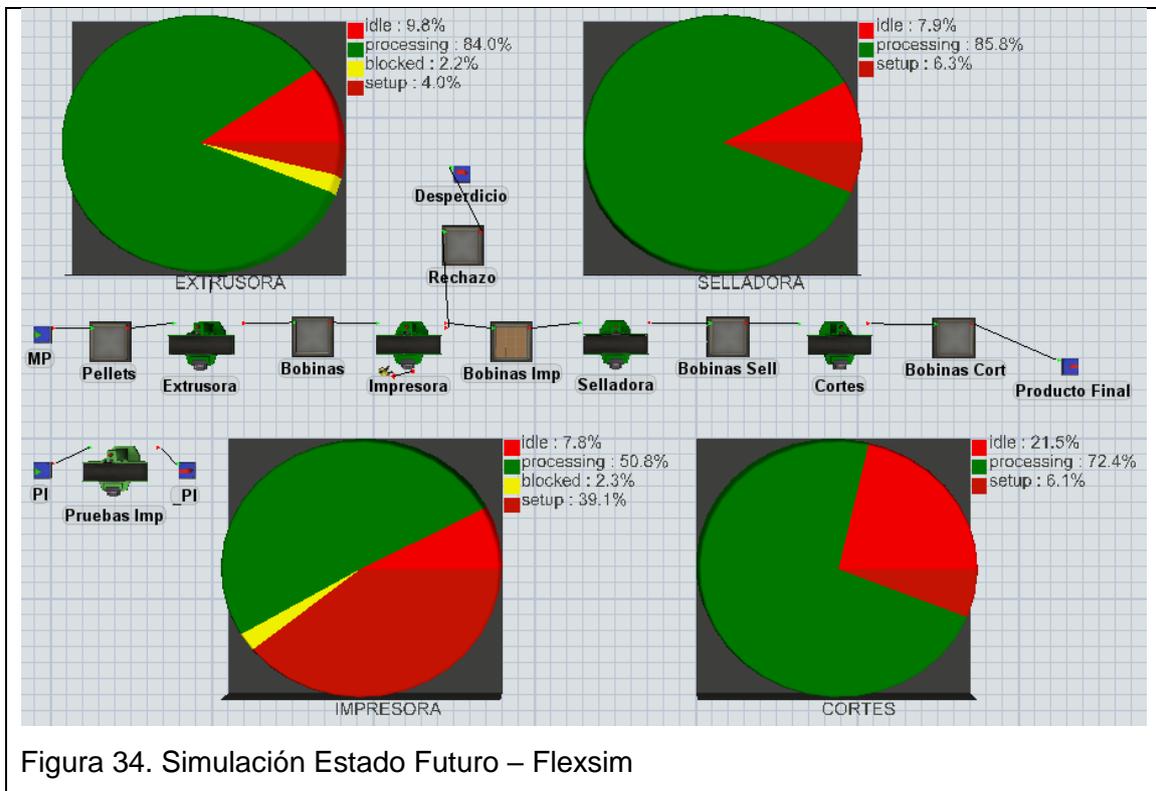
Podemos observar que en nuestra propuesta, el tiempo de ciclo impresión se ha reducido significativamente. Ahora se encuentra 3,9 % por debajo del takt time y ya no es el cuello de botella del sistema. De hecho, ya no tenemos un cuello de botella en el proceso si es que mantenemos un tiempo disponible de 12 horas. Tenemos una restricción que es el proceso de sellado, ya que este proceso es el más lento.

Si la empresa se propone eliminar las horas extras de trabajo, es decir mantener un tiempo disponible de 8 horas, tendríamos que todos los procesos son mayores que el takt time y se deberían reducir mediante la aplicación de herramientas de mejora, del de mayor tiempo de ciclo, hasta el menor hasta cumplir con el objetivo.

#### 4.3.4 Simulación de la Propuesta

La simulación se la realizó a partir de la simulación inicial, pero adecuando los cambios de mejora propuestos. Nos dará datos acerca del nuevo estado en la línea de producción de fajillas, con la implementación de menores tiempos de impresión y también menores cantidades de producción de la extrusora e impresora. También se incluyó el proceso de pruebas de impresión, que se realiza en paralelo con los procesos de la línea de producción, pero no se

espera que afecte en ningún sentido a los demás procesos, por sus bajos tiempos de ciclo.

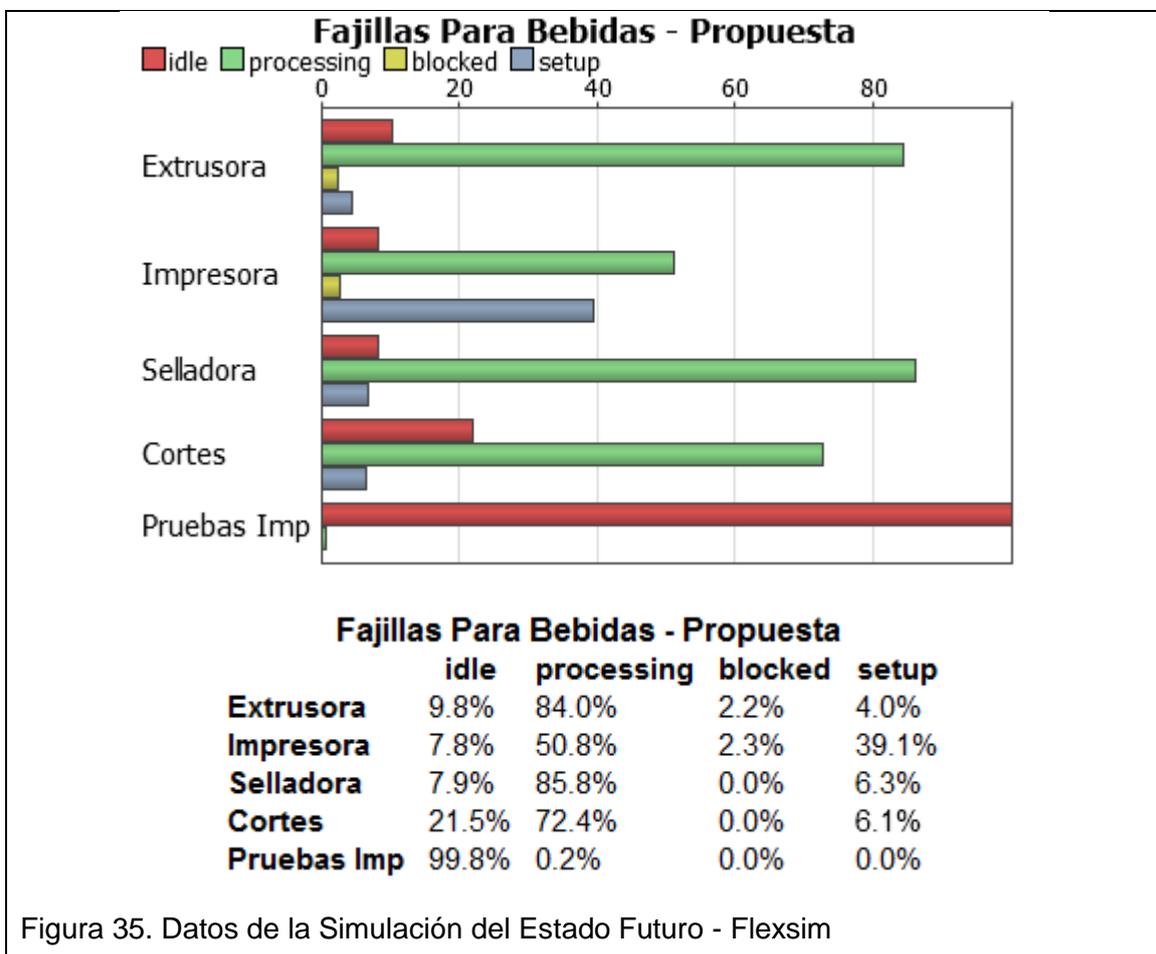


Es necesario recordar que nuestra simulación fue más enfocada en cubrir la demanda mensual de 6720 kg, más los 67 kg de desperdicio. Sin embargo, se obtuvo el resultado del lead time del primer día para generar 280 kg, que fue de 1,61 días, más 3 días de diseño y despacho del producto, obteniendo 4,61 días o 55 horas y 20 minutos. En comparación con la simulación del estado inicial, se logró reducir en 6 horas y 30 minutos el tiempo de satisfacer la demanda diaria.

Nuestro tiempo de simulación para cubrir la demanda mensual, fue de 25,61 días laborables. Adicionando los días de diseño y despacho nos da 28,61 o 343 horas y 20 minutos, que es el tiempo justo en el que se debería entregar los pedidos del mes. Explicaremos este tiempo de la siguiente manera: cuando entra la demanda de 280 kg del último día laborable del mes (día 24), este pedido será entregado 4,61 días después, es decir en el día 28,61.

Este tiempo cubre perfectamente la demanda mensual, lo que quiere decir que no habrá retrasos de pedidos en planta y por ende no será necesario el uso de horas de producción del turno de la noche. Esto se da ya que todos los procesos se demoran menos de un día laborable (12 horas) en cubrir su demanda diaria a diferencia de los resultados observados en la simulación inicial, con el problema que presentaba el proceso de impresión.

El gráfico de barras a continuación contiene la información de los diagramas de pastel de la Figura 34.



Como observamos en la Figura 33, del estudio del takt time, nuestro cuello de botella fue eliminado. Ahora nuestro proceso más lento, considerado como una restricción, es el sellado y causa leves colas del 2,2% y 2,3% en la extrusión e impresión respectivamente.

En nuestro estado futuro, la demanda no solo será cubierta, sino que incluso habrá tiempos de ocio, como se ve en la Figura 35, que pueden ser considerados como tiempos de disponibilidad extra de las máquinas para generar otros productos. También se pueden considerar como tiempos disponibles para la fluctuación de la demanda de fajillas.

La simulación nos dio como resultado que el operario de la impresora tiene un 20,4% de tiempo de ocio. Entre el tiempo de descanso y el de almuerzo representan un 8,4% del tiempo total. El 71% del tiempo lo dedica a las preparaciones internas y externas en el proceso de impresión. Por último, el tiempo en el que realiza las pruebas de impresión en la FLEXIPROOF, toma apenas un 0,2%. Hemos logrado aumentar las actividades del operario en un 10,4%, pero aun sobra un 20,4% que puede ser aprovechado en otras de las actividades de la empresa.

Como se mencionó anteriormente, el tiempo de ciclo del proceso de pruebas de impresión que se realiza en la FLEXIPROOF es extremadamente bajo, dando apenas 0,2% de tiempo productivo. Esto se da ya que no es una máquina destinada al procesamiento, sino una máquina de laboratorio usada para realizar pruebas funcionales de impresión. La FLEXIPROOF puede ser utilizada por todas las líneas de producción de la fábrica para generar pruebas.

A nivel de simulación y de propuesta de mejora, hemos logrado reducir los tiempos de impresión a menos de 12 horas para satisfacer la demanda diaria, eliminando la necesidad de recurrir al turno de la noche para cubrir la demanda. En comparación a la simulación inicial, se ha logrado reducir las horas de manufactura de 436 horas y 20 minutos a 307 horas y 20 minutos, obteniendo un ahorro de 129 horas de trabajo mensual.

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1 Análisis Económico – Situación Actual

Para realizar el análisis de la situación actual aplicamos los datos del año 2015 proporcionados por la empresa. Las ventas totales de fajillas fueron de \$614.195,94 con un equivalente a 76.203 kilogramos de fajillas. A continuación, observaremos los costos y gastos de esas ventas.

#### 5.1.1 Resumen de Costos y Gastos

En la tabla a continuación observaremos los costos y gastos de las ventas del 2015.

Tabla 25. Resumen de Costos y Gastos – Actual

Cantidad total		76.203 kg	
Item	Descripción	Costo Total	Costo Unitario
<b>Costos Directos</b>		<b>\$ 357 548,34</b>	<b>\$ 4,69</b>
1	Materiales Directos	\$ 338 423,34	\$ 4,44
2	Mano de Obra Directa	\$ 19 125,00	\$ 0,25
<b>Costos Indirectos</b>		<b>\$ 78 987,01</b>	<b>\$ 1,04</b>
1	Materiales Indirectos	\$ 18 408,86	\$ 0,24
2	Mano de Obra Indirecta	\$ 2 040,00	\$ 0,03
3	Servicios Básicos	\$ 24 530,79	\$ 0,32
4	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	\$ 2 674,20	\$ 0,04
5	Mano de Obra Horas Extra	\$ 10 545,76	\$ 0,14
6	Imprevistos	\$ 20 787,40	\$ 0,27
<b>Gastos de Administración y Generales</b>		<b>\$ 8 880,00</b>	<b>\$ 0,12</b>
1	Personal	\$ 8 880,00	\$ 0,12
<b>Gastos de Ventas</b>		<b>\$ 6 960,00</b>	<b>\$ 0,09</b>
1	Personal de ventas	\$ 6 960,00	\$ 0,09
<b>Gastos Financieros</b>		<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>Total Costos y Gastos Anuales</b>		<b>\$ 452 375,35</b>	<b>\$ 5,94</b>

Reuniendo los costos y gastos otorgados por la empresa, obtuvimos un total de \$452.375,35 anuales, entre costos directos e indirectos y gastos

administrativos y de ventas. Estos datos ya incluyen los costos de tiempo extra de mano de obra y la utilización de recursos empresariales durante estos tiempos. El detalle de la Tabla 25 se encuentra en el Anexo 22.

El costo de producir un kilogramo de fajillas fue de \$5,94, con un capital de trabajo mensual de \$37.697,95.

### 5.1.2 Estado de Pérdidas y Ganancias

El precio de venta al público es de \$8,06 por cada kilogramo de fajillas y de la venta de 76.203 kg obtenemos ingresos de \$614.195,94, como se puede observar en la siguiente tabla. La tabla detallada se encuentra en el Anexo 23.

Tabla 26. Estado de Pérdidas y Ganancias

<b>Ingresos</b>		<b>\$ 614 195,94</b>
Ventas	\$ 614 195,94	
Costos de Producción		\$ 436 535,35
<b>Utilidad Bruta</b>		<b>\$ 177 660,59</b>
Gastos de Operación		\$ 15 840,00
Gastos de Ventas	\$ 6 960,00	
Gastos de Administración y Generales	\$ 8 880,00	
<b>Utilidad de Operación</b>		<b>\$ 161 820,59</b>
Gastos Financieros		\$ -
<b>Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta e Imp. Empleados</b>		<b>\$ 161 820,59</b>
Impuestos Empleados	15%	\$ 24 273,09
<b>Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta</b>		<b>\$ 137 547,50</b>
Impuesto Sobre la Renta	22%	\$ 30 260,45
<b>Utilidad Neta</b>		<b>\$ 107 287,05</b>
<b>Margen de Utilidad</b>	<b>17%</b>	

Restando a los ingresos por ventas todos los costos de producción, gastos de operación, impuesto sobre la renta y los impuestos de los empleados, conseguimos una utilidad neta de \$107.287,05, dando un margen de utilidad del 17% sobre los ingresos.

## 5.2 Análisis Económico – Propuesta de Mejora

Este análisis económico se lo realizará con las ventas de \$614.195,90, correspondientes a 76.203 kilogramos de fajillas, de la situación actual. Se analizará el impacto económico de las mejoras realizadas en el sistema de elaboración de fajillas y la viabilidad de pago de la deuda generada por la inversión para la implementación de la mejora.

### 5.2.1 Inversión

La inversión surge a partir de la propuesta de compra de la máquina FLEXIPROOF. En la tabla a continuación se puede apreciar la inversión total.

Tabla 27. Inversiones

Item	Descripción	Costo Total
1	Máquina FLEXIPROOF	\$ 15 000,00
2	Exportación e Importación	\$ 4 500,00
3	Capacitación	\$ 512,50
4	Adecuación de Instalaciones	\$ 87,50
		<b>\$ 20 100,00</b>

Las inversiones no solo incluyen el costo de la máquina, de \$15.000,00, sino también un estimado de los costos por capacitación del personal para su uso, adecuación de espacios para instalarla y los costos de exportación e importación de dicha máquina. El total de inversión requerida es de \$20.100,00.

### 5.2.2 Amortización del Préstamo

La inversión será cubierta mediante préstamo bancario a una tasa de interés del 12% en un periodo de 3 años.

Tabla 28. Amortización del Préstamo

Préstamo	\$	20.100,00
Plazo (en años)		3
Tasa de Interés Anual		12%

<b>AÑO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Interés	\$ (2.412,00)	\$ (1.697,21)	\$ (896,64)
Pago Principal	\$ (5.956,61)	\$ (6.671,41)	\$ (7.471,98)
<b>Pago Anual Programado</b>	<b>\$ ( 8 368,61)</b>	<b>\$ ( 8 368,61)</b>	<b>\$ ( 8 368,61)</b>
Total Interés	\$ ( 5 005,84)		
<b>Total Deuda</b>	<b>\$ ( 25 105,84)</b>		
<b>Promedio de Gastos Financieros Anuales</b>		\$ (1.668,61)	

En la Tabla 28 observamos que la deuda es amortizada con pagos anuales programados de \$8.368,61 a lo largo de los 3 años establecidos. El total que será pagado de la deuda es de \$25.105,84, valor que incluye el interés total de \$5.005,84 más el préstamo de \$20.100,00.

### 5.2.3 Resumen de Costos y Gastos – Propuesta de Mejora

Los costos y gastos para de la producción de fajillas va a disminuir por la aplicación de las mejoras.

Tabla 29. Resumen de Costos y Gastos – Propuesta de Mejora

Cantidad total		76.203 kg	
Item	Descripción	Costo Total	Costo Unitario
<b>Costos Directos</b>		<b>\$ 334 094,79</b>	<b>\$ 4,38</b>
1	Materiales Directos	\$ 318 794,79	\$ 4,18
2	Mano de Obra Directa	\$ 15 300,00	\$ 0,20
<b>Costos Indirectos</b>		<b>\$ 74 200,05</b>	<b>\$ 0,97</b>
1	Materiales Indirectos	\$ 18 408,86	\$ 0,24
2	Mano de Obra Indirecta	\$ 2 040,00	\$ 0,03
3	Servicios Básicos	\$ 22 143,19	\$ 0,29
4	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	\$ 2 674,20	\$ 0,04
5	Mano de Obra Horas Extra	\$ 9 491,19	\$ 0,12
6	Imprevistos	\$ 19 442,61	\$ 0,26
<b>Gastos de Administración y Generales</b>		<b>\$ 10 180,00</b>	<b>\$ 0,13</b>
1	Personal	\$ 8 880,00	\$ 0,12
2	Depreciaciones y Amortizaciones	\$ 1 300,00	\$ 0,02
<b>Gastos de Ventas</b>		<b>\$ 6 960,00</b>	<b>\$ 0,09</b>
1	Personal de ventas	\$ 6 960,00	\$ 0,09
<b>Gastos Financieros</b>		<b>\$ 1 668,61</b>	<b>\$ 0,02</b>
<b>Total Costos y Gastos Anuales</b>		<b>\$ 427 103,45</b>	<b>\$ 5,60</b>

El nuevo total de costos y gastos ahora es de \$427.103,45 anual. Se llegó a este valor mediante ahorros en los costos de producción que suman un total de \$28.240,52, pero a este valor se le debe restar el interés anual por pagos programados de la FLEXIPROOF. Los intereses, vistos en la Tabla 28, son los gastos financieros y ya que varían durante los 3 años de periodo de pago, se tomó su valor promedio anual que fue de \$1.668,61. También a esto restamos las depreciaciones de la máquina de \$1.300,00, dejando los ahorros anuales en \$25.271,90. Para observar la tabla de depreciaciones junto con el resto de detalles de la Tabla 29 dirigirse al Anexo 24.

$$C\&G \text{ Actual} - C\&G \text{ Propuesta} = \text{Ahorro} \quad (\text{Ecuación 9})$$

- C&G Actual = Total Costos y Gastos Anuales, Tabla 25
- C&G Propuesta = Total Costos y Gastos Anuales, Tabla 29

$$\$452.375,35 - \$427.103,45 = \$25.271,90$$

El ahorro anual en los costos de producción se obtuvo en varios aspectos. Empezamos por los materiales directos, que tuvieron el mayor ahorro de \$19.628,55 proveniente de una disminución del desperdicio del 5,7% menos del costo actual de materiales directos de \$338.423,34, visto en la Tabla 25, dando un nuevo valor de \$318.794,79.

El segundo y tercer ahorro se obtuvieron de la disminución de mano de obra directa y mano de obra contratada tiempo extra. Ahora la impresora no requiere del operario fijo en el turno de la noche, ya que cubre la demanda en el turno diurno y con horas de tiempo extra, visto en la Tabla 24. También se logró disminuir una hora de tiempo extra de la extrusora ya que ahora se demora menos tiempo en producir la demanda diaria, por la reducción del desperdicio. En este aspecto se ahorró anualmente \$3.825,00 en mano de obra directa y \$1.054,58 en mano de obra de tiempo extra.

El siguiente ahorro fue de \$2.387,60 y proviene de la reducción del uso del recurso energético de la extrusora y en especial la impresora, obtenido a partir de la Tabla 7 y la Tabla 24. La manera en la que se calculó el ahorro se encuentra detallada en el Anexo 24.

El último ahorro lo encontramos en el costo de los imprevistos, que viene a ser un porcentaje de reserva de los costos de producción. Manteniendo el mismo porcentaje del 5% de imprevistos observamos que se ahorran \$1.344,79 con respecto al actual costo de imprevistos visualizado en la Tabla 25.

Con estos datos, el costo de producir un kilogramo de fajillas es de \$5,60, con un capital de trabajo de \$35.591,95.

#### **5.2.4 Estado de Pérdidas y Ganancias – Propuesta de Mejora**

Como mencionamos anteriormente, nuestros ingresos se mantienen, al igual que el precio de venta al público, de \$8,06 por kilogramo. La siguiente tabla se encuentra completa en el Anexo 25.

Tabla 30. Estado de Pérdidas y Ganancias – Propuesta de Mejora

<b>Ingresos</b>		<b>\$ 614 195,94</b>
Ventas	\$ 614 195,94	
Costos de Producción		\$ 408 294,83
<b>Utilidad Bruta</b>		<b>\$ 205 901,10</b>
Gastos de Operación		\$ 17 140,00
Gastos de Ventas	\$ 6 960,00	
Gastos de Administración y Generales	\$ 10 180,00	
<b>Utilidad de Operación</b>		<b>\$ 188 761,10</b>
Gastos Financieros		\$ 1 668,61
<b>Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta e Imp. Empleados</b>		<b>\$ 187 092,49</b>
Impuestos Empleados	15%	\$ 28 063,87
<b>Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta</b>		<b>\$ 159 028,62</b>
Impuesto Sobre la Renta	22%	\$ 34 986,30
<b>Utilidad Neta</b>		<b>\$ 124 042,32</b>
<b>Margen de Utilidad</b>	<b>20%</b>	

En este estado de pérdidas y ganancias incluimos los gastos financieros por inversión de la máquina y modificamos los costos de producción y gastos de operación, según los ahorros respectivos. Después del pago de impuestos, obtuvimos una utilidad neta de \$124.042,32, que es \$16.755,27 mayor al valor del estado actual, visto en la Tabla 26. El margen de utilidad se eleva del 17% al 20%.

### 5.2.5 Factibilidad

El análisis de factibilidad nos proporcionará información para saber si la inversión de la FLEXIPROOF en el proyecto es rentable o no. Lo encontramos en la siguiente tabla, que para mayor detalle y mejor visualización, se encuentra en el Anexo 26.

Tabla 31. Factibilidad de Inversión

AÑO	0	1	2	3
<b>- Inversiones Totales</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>			
+ Ventas		\$ 614.195,94	\$ 614.195,94	\$ 614.195,94
+ Ingresos por Ahorro				
<b>+ Ingresos</b>	<b>\$ 614.195,94</b>	<b>\$ 614.195,94</b>	<b>\$ 614.195,94</b>	<b>\$ 614.195,94</b>
- Costos de Producción (sin depreciaciones)		\$ (408.294,83)	\$ (408.294,83)	\$ (408.294,83)
<b>= Utilidad Bruta</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 205.901,10</b>	<b>\$ 205.901,10</b>	<b>\$ 205.901,10</b>
- Gastos de Operación		\$ (17.140,00)	\$ (17.140,00)	\$ (17.140,00)
<b>= Utilidad de Operación</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 188.761,10</b>	<b>\$ 188.761,10</b>	<b>\$ 188.761,10</b>
- Gastos Financieros		\$ (2.412,00)	\$ (1.697,21)	\$ (896,64)
<b>= Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta y Empleados</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 186.349,10</b>	<b>\$ 187.063,90</b>	<b>\$ 187.864,47</b>
- Reparto a Empleados (15%)		\$ (27.952,37)	\$ (28.059,58)	\$ (28.179,67)
<b>= Utilidad Antes de Impuesto Sobre la Renta</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 158.396,74</b>	<b>\$ 159.004,31</b>	<b>\$ 159.684,80</b>
- Impuestos Sobre la Renta (22%)		\$ (34.847,28)	\$ (34.980,95)	\$ (35.130,66)
<b>= Utilidad Neta</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 123.549,46</b>	<b>\$ 124.023,36</b>	<b>\$ 124.554,14</b>
+ Ajuste por Depreciaciones		\$ 1.300,00	\$ 1.300,00	\$ 1.300,00
- Ajuste por Abono de Capital		\$ (5.956,61)	\$ (6.671,41)	\$ (7.471,98)
- Utilidad Neta Año 0		\$ (107.287,05)	\$ (107.287,05)	\$ (107.287,05)
<b>= Flujo Neto de Efectivo (FNE)</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 11.605,79</b>	<b>\$ 11.364,90</b>	<b>\$ 11.095,11</b>
<b>Valor Actual del FNE</b>		<b>\$ 10.317,17</b>	<b>\$ 8.981,27</b>	<b>\$ 7.794,53</b>
<b>Suma Valor Actual (VNA)</b>		<b>\$ 27.092,98</b>		
<b>Valor Actual Neto (VAN)</b>		<b>\$ 6.992,98</b>		
<b>Tasa Interna de Retorno (TIR)</b>		<b>32,1%</b>		

TMAR = Inflación + Riesgo País

12,5%

En esta tabla ya no utilizamos el valor promedio de los gastos financieros, sino el gasto respectivo de cada año. La utilidad neta anual obtenida debe ser ajustada mediante la suma de la depreciación anual de la FLEXIPROOF, la resta del abono de capital respectivo de cada año para pago de la máquina y la resta de la utilidad neta de la Tabla 26. Con esto obtenemos los flujos netos de efectivo (FNE).

El FNE junto con la tasa mínima aceptable de retorno (TMAR) y el número del periodo (año), nos sirve para obtener el valor actual (VA) de cada año observado en la Tabla 31 y que es el valor del efectivo en función del tiempo. La TMAR es la tasa de ganancia mínima que se espera para la inversión realizada y se determina en base a la inflación y el riesgo país. (Guzmán, 2004, pág. 20)

Se debe sumar el VA para obtener el valor actual neto (VAN) que es un indicador de factibilidad obtenido a partir de la resta entre el VA acumulado

(\$27.092,98) menos la inversión (\$20.100,00). Si el VAN es positivo, significa que la inversión es viable y si es negativo significa que no lo es. En nuestro caso el VAN de \$6.992,98 es positivo, por lo tanto, el proyecto de inversión es plausible. (Jiménez, Espinoza, & Fonseca, 2007, pág. 81)

Complementariamente debemos obtener el otro indicador de factibilidad que es la tasa interna de retorno (TIR) que también la obtenemos mediante el FNE. La TIR evalúa el rendimiento de la inversión con respecto a los flujos anuales de efectivo por año y debe ser mayor a la TMAR para ser factible. Ya que nuestra TIR de 32,1% es mayor a la TMAR de 12,5%, se ha comprobado que la inversión de la FLEXIPROOF es totalmente rentable. (Jiménez, Espinoza, & Fonseca, 2007, pág. 82)

### 5.2.6 Estado de Pérdidas y Ganancias - Después Inversión

La misma Tabla 31 de factibilidad nos puede mostrar el estado de pérdidas y ganancias del cuarto año, donde ya se ha terminado de pagar la inversión.

Tabla 32. Estado de Pérdidas y Ganancias – Después de Inversión

AÑO	4
+ Ventas	\$ 614.195,94
+ Ingresos por Ahorro	-
<b>+ Ingresos</b>	<b>\$ 614.195,94</b>
- Costos de Producción (sin depreciaciones)	\$ (408.294,83)
<b>= Utilidad Bruta</b>	<b>\$ 205.901,10</b>
- Gastos de Operación	\$ (15.840,00)
<b>= Utilidad de Operación</b>	<b>\$ 190.061,10</b>
- Gastos Financieros	\$ -
<b>= Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta y Empleados</b>	<b>\$ 190.061,10</b>
- Reparto a Empleados (15%)	\$ (28.509,17)
<b>= Utilidad Antes de Impuesto Sobre la Renta</b>	<b>\$ 161.551,94</b>
- Impuestos Sobre la Renta (22%)	\$ (35.541,43)
<b>= Utilidad Neta</b>	<b>\$ 126.010,51</b>

Cantidad en Kg	Ingresos
76.202,97	\$ 614.195,94
Costo Unitario	\$ 5,57
PV Público	\$ 8,06
Capital de Trabajo	\$ 35.344,57
<b>MARGEN DE UTILIDAD</b>	<b>21%</b>

Nota: Dirigirse al Anexo 27 para la mejor visualización de la Tabla 32.

El costo de producir un kilogramo de fajillas es ahora de \$5,57, con un capital de trabajo mensual de \$35.344,57. Nuestra utilidad neta termina siendo de \$126.010,51 con un margen de utilidad del 21%.

### 5.2.7 Ingresos por Posible Ahorro

Ya que la impresora ha dejado de ocupar 6 horas del turno de la noche, este tiempo disponible puede ser utilizado para otros productos de la fábrica.

Tabla 33. Estado de Pérdidas y Ganancias - Ingresos por Posible Ahorro

AÑO	4
+ Ventas	\$ 614.195,94
+ Ingresos por Ahorro	\$ 15.505,29
<b>+ Ingresos</b>	<b>\$ 629.701,23</b>
- Costos de Producción (sin depreciaciones)	\$ (408.294,83)
<b>= Utilidad Bruta</b>	<b>\$ 221.406,39</b>
- Gastos de Operación	\$ (15.840,00)
<b>= Utilidad de Operación</b>	<b>\$ 205.566,39</b>
- Gastos Financieros	\$ -
<b>= Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta y Empleados</b>	<b>\$ 205.566,39</b>
- Reparto a Empleados (15%)	\$ (30.834,96)
<b>= Utilidad Antes de Impuesto Sobre la Renta</b>	<b>\$ 174.731,43</b>
- Impuestos Sobre la Renta (22%)	\$ (38.440,92)
<b>= Utilidad Neta</b>	<b>\$ 136.290,52</b>

Cantidad en Kg	Ingresos
76.202,97	\$ 629.701,23

<b>MARGEN DE UTILIDAD</b>	<b>22%</b>
---------------------------	------------

Nota: Dirigirse al Anexo 28 para la mejor visualización de la Tabla 33.

El valor aproximado que obtuvimos de ingresos por ahorros fue de \$15.505,29, que viene a ser el 25% de la utilidad neta de la Tabla 32, menos un 50% de este valor. Se usó el 25% ya que es la fracción del tiempo que la impresora dedica en la línea de producción de fajillas. También se multiplicó por 50% ya que se ha dejado de utilizar 6 de las 12 horas de la jornada laboral del tiempo de producción de la impresora, convirtiendo estas 6 horas en tiempo disponible. Debemos recordar que este es solamente un valor estimado de ingresos adicionales. Dichos ingresos nos dan como resultado una utilidad neta de \$136.290,52 con un margen del 22%.

## 5.4 Productividad

A lo largo de todo el estudio hemos observado cómo se ha logrado el aumento de la productividad a través de la disminución de tiempos de producción y reducción de desperdicio para la elaboración del producto. Se ha calculado el aumento de la productividad en base a los ahorros de efectivo que hemos obtenido en los costos de producción de la línea de elaboración de fajillas. Dichos costos representan la cantidad de recursos empleados para la producción.

Tabla 34. Aumento de la Productividad

Item	Descripción	Actual	Futuro	Incremento
1	MATERIALES	\$ 356 832,20	\$ 337 203,65	\$ 19 628,55
2	MANO DE OBRA	\$ 31 710,76	\$ 26 831,19	\$ 4 879,58
3	SEVICIOS BÁSICOS	\$ 24 530,79	\$ 22 143,19	\$ 2 387,60
4	MANTENIMIENTO	\$ 2 674,20	\$ 2 674,20	-
<b>Total Costos Producción</b>		<b>\$ 415 747,95</b>	<b>\$ 388 852,22</b>	\$ 26 895,73
<b>Utilidad Bruta (sin imprevistos)</b>		<b>\$ 198 447,99</b>	<b>\$ 225 343,72</b>	
<b>Productividad</b>		<b>47,7%</b>	<b>58,0%</b>	
<b>Incremento de la Productividad</b>			<b>10,2%</b>	

Los factores que se tomaron en cuenta para el cálculo de la productividad fueron los que se ven involucrados en la producción, que en este caso son la materia prima, mano de obra, recurso eléctrico (servicios básicos) y el mantenimiento. Los ahorros en costos de producción que conllevaron al incremento de la productividad los observamos en el apartado 5.2.3 y en su respectivo Anexo 24 y Tabla 29.

Ya que la productividad se la calcula en base a las salidas sobre las entradas, determinamos las salidas como la utilidad bruta, que es la utilidad que se obtiene entre los ingresos de \$614.195,94, y los costos de producción

observados en la Tabla 34. Nuestras entradas vienen a ser todos los recursos utilizados para la producción de los 76.203 kilogramos de fajillas, que está dado por los costos de producción totales. De esta manera obtenemos que la productividad global actual es del 47,7% y la futura, aplicando la propuesta de mejora, es del 58%, dando un incremento del 10,2%.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Recaudamos información y datos adquiridos de la empresa para el modelamiento de la situación actual de la línea de producción de fajillas para bebidas, por medio de, las ventas del año 2015, el mapa de procesos organizacional, el diagrama SIPOC de la línea de producción, el levantamiento de la distribución de la planta, el levantamiento de procesos y demás información relevante para el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Realizamos el levantamiento de los procesos a través de diagramas de flujo con notación BPMN, que nos permitió establecer la secuencia de actividades para la elaboración de las fajillas.

Se ha diagnosticado el estado de la situación actual con el uso de herramientas de estudio del trabajo y de tiempos, la elaboración del VSM actual y la simulación de los procesos involucrados en la línea de producción de fajillas. La integración de dichas herramientas fue fundamental para obtener datos que permitieron evaluar la eficiencia de los procesos y encontrar posibles soluciones a los problemas hallados. De esta manera obtuvimos el tiempo de ciclo, cantidades de desperdicio, el tiempo de seguimiento de la producción y la velocidad de la demanda, que nos llevó a obtener nuestro cuello de botella (proceso de impresión), junto con las razones que lo convierten en el proceso más lento de la línea de producción. La impresión resultó tener un tiempo de ciclo 33% más elevado que el takt time, tiempo que se logró reducir a través del uso de herramientas de mejora.

En base al cuello de botella, se priorizó y definió las oportunidades de mejora aplicables. El plan de mejoras incluyó la implementación de una máquina de pruebas de impresión y la aplicación de las metodologías 5S's, Andon y SMED, dirigido hacia la reducción de los tiempos de preparación de la impresora, del 62% y la reducción del desperdicio producido del 6,7%. Por consiguiente, la reducción de estos factores se traduce en la mejora de la productividad.

Nuestra principal herramienta, SMED, junto con la implementación teórica de maquinaria ligera para pruebas de impresión, fue lo que mejor se pudo modelar, ya que nos mostraron resultados en cuanto a la reducción de mudas.

Se han evaluado los cambios que surgieron a partir de la propuesta de mejora, en base a los principios con los que se diagnosticó el estado de la situación actual. Nuestro nuevo estudio del trabajo y de tiempos, el VSM futuro y simulación de los procesos mejorados, revelaron una reducción general del uso de recursos materiales, horas hombre y horas máquina. El desperdicio producido por la impresora se ha reducido el 6,7% al 1% y nuestro tiempo de preparación se redujo a menos de la mitad, del 62% al 30%. Ahora el tiempo de ciclo paso a estar 3,9% por debajo del takt time, eliminando así el cuello de botella.

Por último, durante la comparación entre el análisis económico actual y el de la propuesta de mejora, se concluyó que las inversiones realizadas en el proyecto son factibles y necesarias para obtener beneficios económicos que aseguren la rentabilidad de la compañía y aumenten sus utilidades. La aplicación del plan de mejoras propuesto, ha demostrado que podemos disminuir significativamente los recursos de producción y por ende sus costos. Dicha reducción económica, a nivel de propuesta, ha logrado la optimización de toda la línea de producción de fajillas para bebidas y ha incrementado su productividad en un 10,2%.

## **6.2 Recomendaciones**

Nuestra primera recomendación va dirigida al operario encargado del proceso de impresión. Con la propuesta de mejora se necesitará que esta persona sea capacitada para que pueda realizar correctamente las pruebas de impresión en la FLEXIPROOF. Por las pequeñas dimensiones de la máquina, se podría ubicar en el cuarto de montaje de mangas, visto en la Figura 14.

También recomendamos que se implementen métodos que fomenten y mantengan el orden y limpieza en el lugar de trabajo, guiándose por el rubro de auditorías 5S's, realizado durante la propuesta de mejora. Si se sigue el rubro, se podrá saber el nivel de orden y limpieza que la empresa tiene y en base a eso implementar mejoras, como los listados de objetos necesarios, el uso de señales visuales (Andon) y la implementación de programas de limpieza.

Se podría decir que la ficha técnica y ordenes de producción enviados por el departamento de ventas a los procesos de impresión y extrusión respectivamente, son una especie de Kanban de Producción. Pero recomendamos que se profundice más la implementación de esta herramienta integrando un Kanban de Retiro, por medio de la coordinación con los proveedores de materia prima. También se podría estandarizar el uso de tarjetas Kanban en vez de fichas técnicas y órdenes de producción y no solo dejarlo en los procesos de impresión y extrusión, sino expandirlo a nivel de toda la planta.

En el Plan de Mejoras podemos observar que establece métodos de medición de los principales indicadores de desempeño. Se recomienda que el supervisor del área de producción o el ingeniero de planta den seguimiento a dichos indicadores por medio de un registro, para lograr los objetivos establecidos en la propuesta de mejora del proyecto.

Se requerirá la colaboración de los empleados para alcanzar las mejoras propuestas, por lo que se recomienda realizar charlas informativas de los cambios que se van a realizar e incentivar a los trabajadores para que apoyen la iniciativa del proyecto.

Como recomendación final, proponemos a la empresa mantenerse dentro del cumplimiento legal de contratación de horas extras de sus empleados, ya que la ley en el Ecuador dicta que un colaborador solamente puede trabajar hasta 4 horas extras diarias y que éstas no se deben exceder de las 12 horas a la semana. Por lo general en Flexofama se utiliza al mismo colaborador por 4

horas extras diarias, pero se lo hace en un total de 24 horas extras a la semana, lo cual incumple con el reglamento nacional. Se sugiere a la empresa relevar a los colaboradores con ayudantes capacitados, que puedan cubrir las 12 horas extras excedentes a la semana, con el fin de cumplir con este aspecto legal de contratación.

## REFERENCIAS

- 3Ciencias. (s.f). *Técnica SMED. Reducción del Tiempo de Preparación*. Recuperado el 11 de Marzo de 2016, de <http://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2013/05/TECNICA-SMED.pdf>
- Agudelo, L., & Escobar, J. (2010). *Gestión por Procesos*. Medellín, Colombia: Editorial Kimpres Ltda.
- Analítica. (s.f). *Manual de diagramación de procesos bajo estándar BPMN*. Recuperado el 10 de Febrero de 2016, de [http://www.analitica.com.co/website/images/stories/documentosTecnicos\\_SGP/Manual%20de%20Diagramacion%20de%20Procesos%20Bajo%20Estandar%20BPMN.pdf](http://www.analitica.com.co/website/images/stories/documentosTecnicos_SGP/Manual%20de%20Diagramacion%20de%20Procesos%20Bajo%20Estandar%20BPMN.pdf)
- Bizagi. (s.f). *Guía de Referencia BPMN*. Recuperado el 10 de Febrero de 2016, de [http://resources.bizagi.com/docs/BPMN\\_Guia\\_de\\_Referencia\\_ESP.pdf](http://resources.bizagi.com/docs/BPMN_Guia_de_Referencia_ESP.pdf)
- Cuatrecasas, L. (2012). *Organización de la Producción y Dirección de Operaciones*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- El Blog del Plástico. (s.f). *Tecnologías de fabricación con materiales poliméricos y sus compuestos*. Recuperado el 24 de Marzo de 2016, de <http://elblogdelplastico.blogs.upv.es/2012/10/23/tecnologias-de-fabricacion-con-materiales-polimericos-y-sus-compuestos-3/>
- Flexofama Cia. Ltda. (s.f). Logo Flexofama. Quito, Ecuador.
- Grafitec International Inc. (s.f). *Grafitec International Inc*. Recuperado el 07 de Abril de 2016, de FLEXIPROOF 100: [http://www.grafitec.com/archivos/b\\_2f.pdf](http://www.grafitec.com/archivos/b_2f.pdf)
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad Total y Productividad* (Tercera ed.). Ciudad de México, México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Guzmán, F. (2004). *Introducción a la Ingeniería Económica*. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Instituto Politécnico Nacional de México. (s.f). *Sistema de suplementos por descanso en porcentaje de los tiempos básicos*. Recuperado el 21 de Marzo de 2016, de

- <http://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/ingMetII/POLILIBRO/1%20DOC%20TOS/PRACTICA%205/DOWNLOAD%201P5.pdf>
- ISO International Organization for Standardization. (s.f). *Sistemas de Gestión de Calidad - Fundamentos y Vocabulario ISO 9000:2005*. Recuperado el 20 de Febrero de 2016, de Online Browsing Platform (OBP): <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:es:fn:3>
- Jiménez, F., Espinoza, C., & Fonseca, L. (2007). *Ingeniería Económica*. Cartago, Costa Rica: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Lean Solutions. (s.f). *Lean Solutions*. Recuperado el 12 de Marzo de 2016, de VSM: <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>
- Meyers, F., & Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (Tercera ed.). Ciudad de México, México: Pearson Educación.
- Neira, A. (2006). *Técnicas de Medición del Trabajo* (Segunda ed.). Madrid, España: Fundación Confemetal.
- Pérez, J. (2013). *Gestión por Procesos* (5ta ed.). Ciudad de México, México: Alfaomega Grupo Editor, S.A de C.V.
- Pymes y Calidad 2.0. (s.f). *Los Iconos del VSM*. Recuperado el 12 de Marzo de 2016, de <http://www.pymesycalidad20.com/los-iconos-de-value-stream-mapping-cuales-son.html>
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing - La Evidencia de una necesidad*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos.
- Salazar, B. (2012). *Ingeniería Industrial Online*. Recuperado el 18 de Marzo de 2016, de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/>
- Socconini, L. (2013). *Lean Company* (Primera ed.). Ciudad de México, México: Norma Ediciones, S.A. de C.V.
- Socconini, L. (2014). *Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios* (Primera ed.). Barcelona, España: Marge Books.
- Tovar, A., & Mota, A. (2007). *CPIMC: Un Modelo de Administración por Procesos*. Ciudad de México, México: Panorama Editorial.
- Youtube. (s.f). *Flexo 100*. Recuperado el 26 de Abril de 2016, de <https://www.youtube.com/watch?v=oksF3fiuOhs>

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Imágenes de la Empresa



1. División 1 del Área de Producción



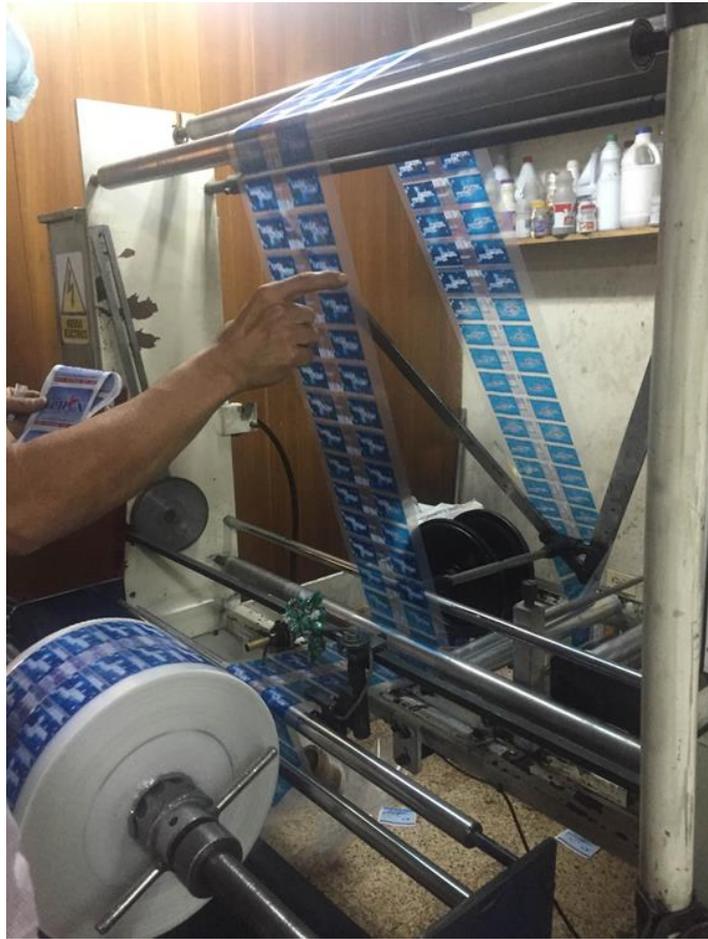
2. División 2 del Área de Producción



3. Extrusora



4. Impresora Flexográfica



5. Selladora Lateral



6. Cortadora



7. Precortadora



8. Bobinas Precortadas

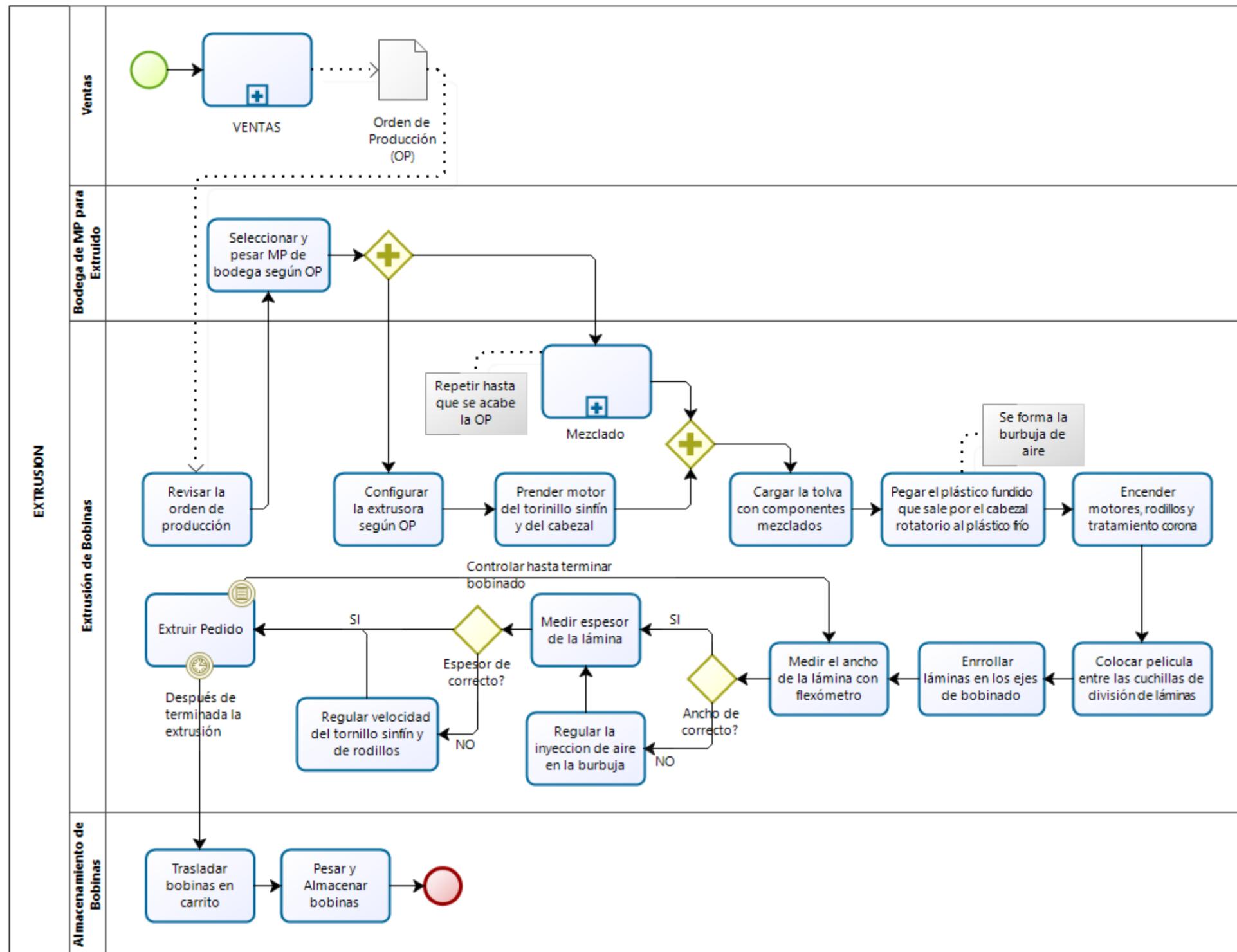


9. Fajillas para Bebidas

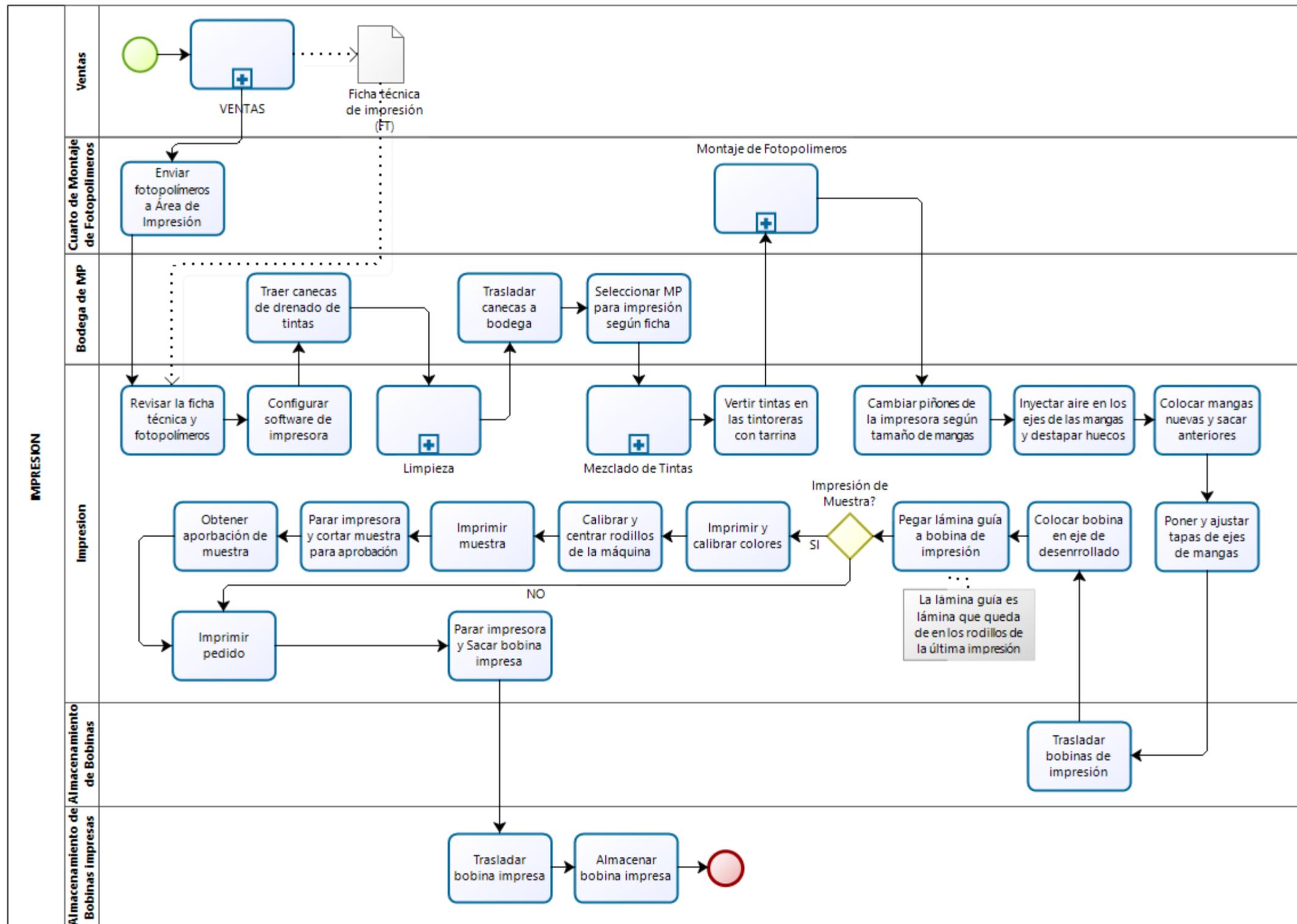


10. Áreas que se ven desordenadas

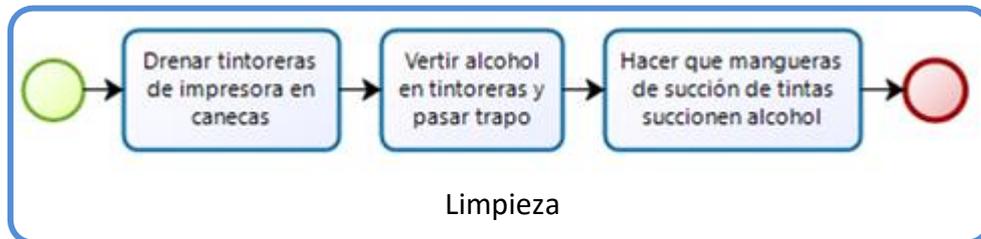
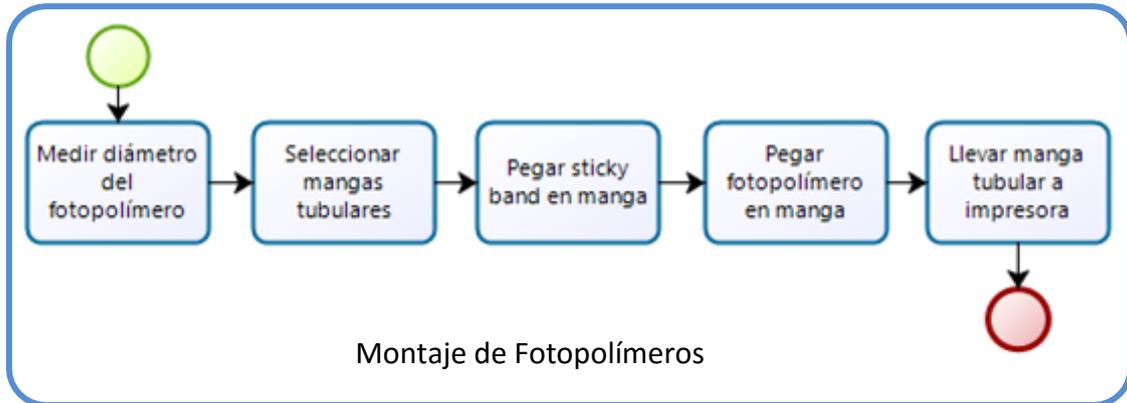
## Anexo 2: Diagrama de Flujo del Proceso de Extrusión



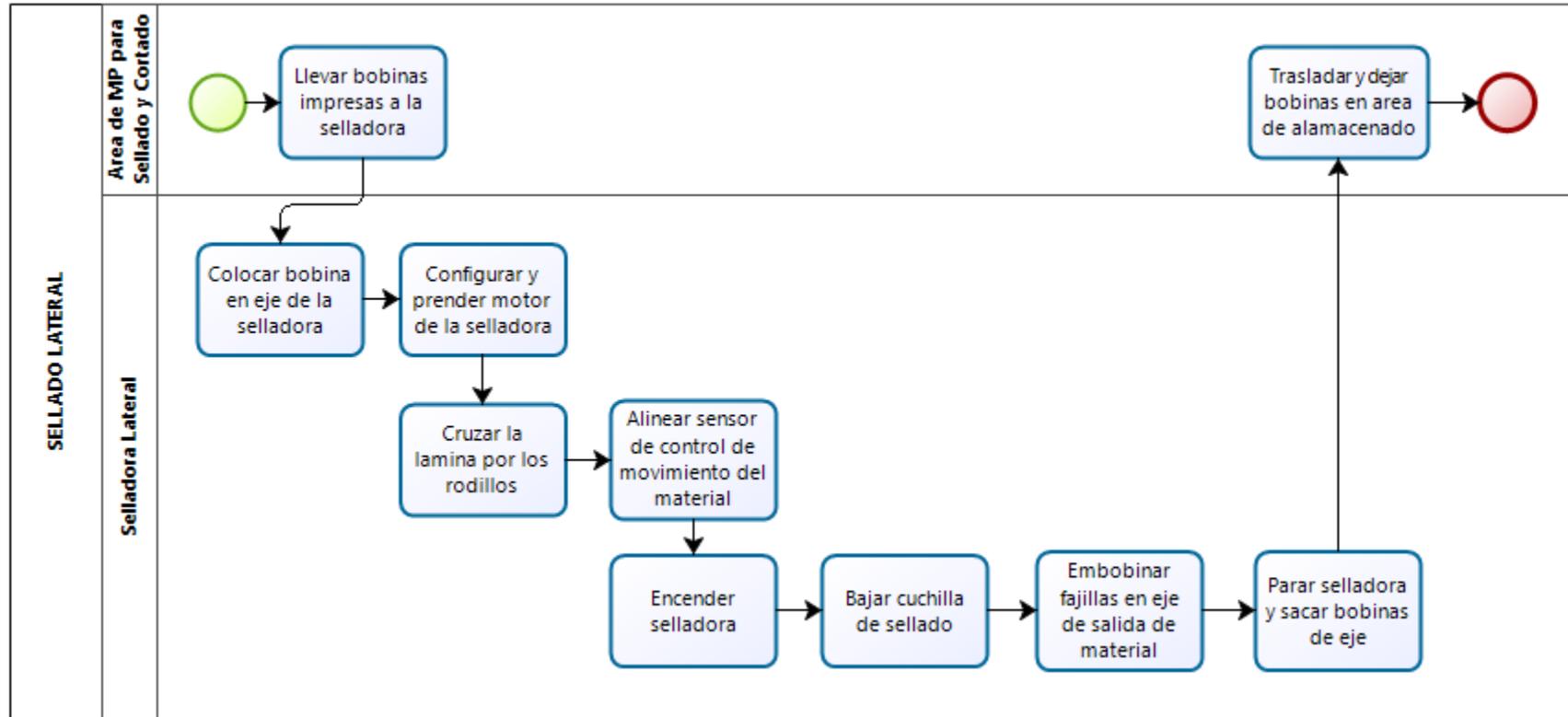
### Anexo 3: Diagrama de Flujo del Proceso de Impresión



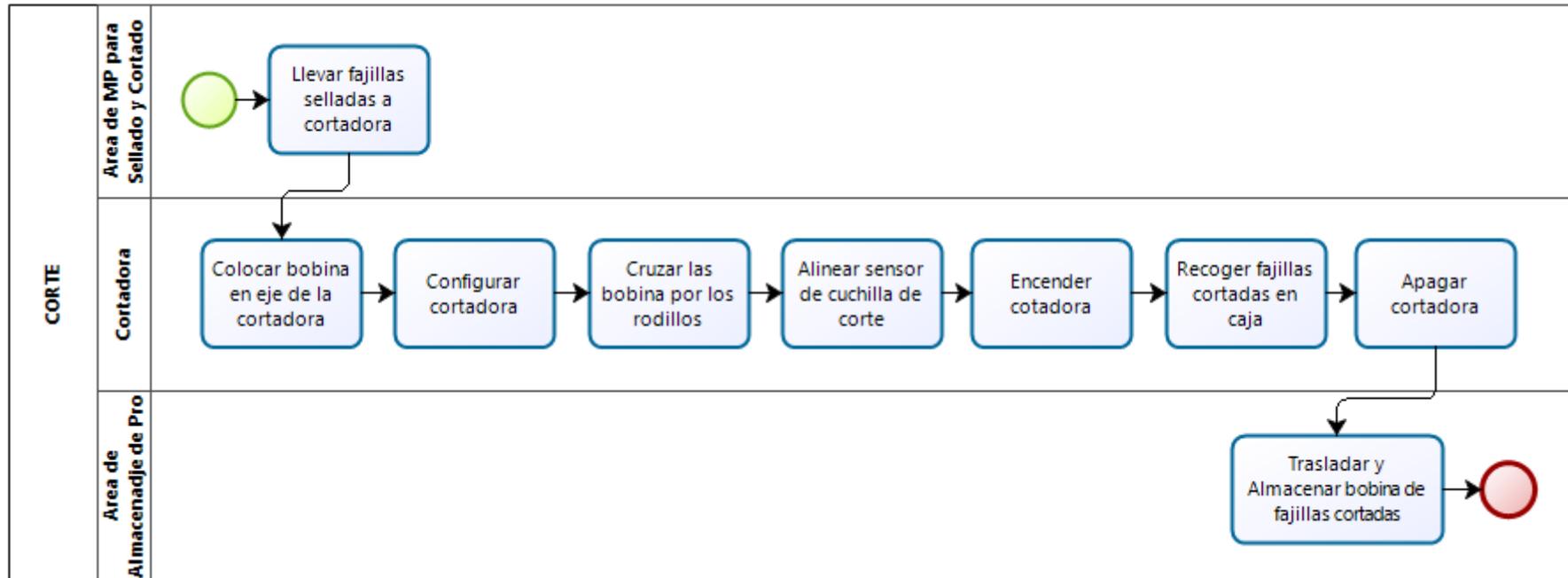
#### Anexo 4: Diagrama de Flujo de los Subproceso de Impresión



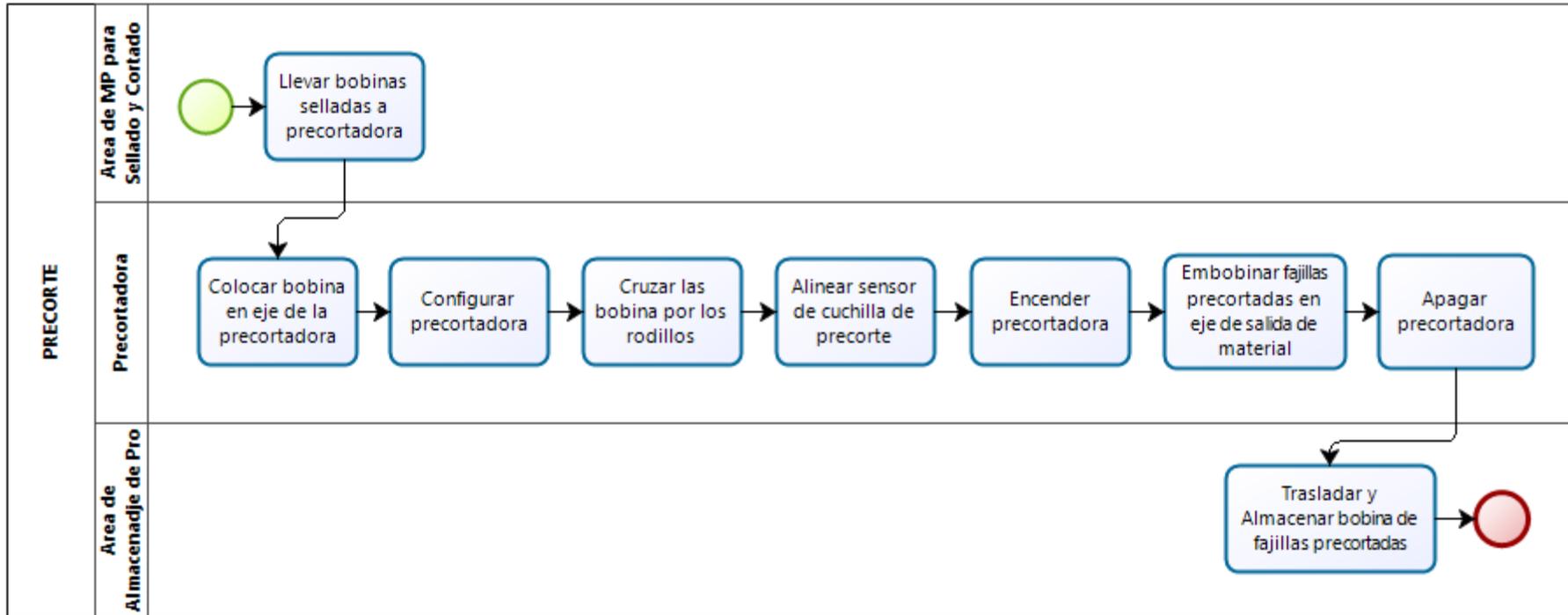
### Anexo 5: Diagrama de Flujo del Proceso de Sellado



## Anexo 6: Diagrama de Flujo del Proceso de Corte



### Anexo 7: Diagrama de Flujo del Proceso de Precorte



**Anexo 8: Suplementos de Descuento del Proceso de Extrusión**

No.	ACTIVIDAD	SEXO	1. SUPLEMENTOS CONST.		2. SUPLEMENTOS VARIABLES										Total de Suplementos	Índice de Descuento
			Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Intensidad de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Tensión Mental	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física		
1	Revisar la orden de compra	M	5	4	2	0	0	0	9	0	2	4	0	0	26	0,26
2	Recoger MP de la bodega	M	5	4	2	2	6	0	9	0	2	1	0	0	31	0,31
3	Mezclar componentes en mezcladora	M	5	4	2	2	6	0	9	2	2	1	0	0	33	0,33
4	Poner barril de componentes cerca de la tolva	M	5	4	2	2	19	0	9	2	2	1	0	0	46	0,46
5	Configurar la extrusora	M	5	4	2	0	0	0	9	0	2	1	0	0	23	0,23
6	Prender motor del tornillo sinfín y del cabezal rotatorio	M	5	4	2	0	0	0	9	0	2	1	0	0	23	0,23
7	Cargar tolva con componentes mezclados	M	5	4	2	0	0	0	9	0	2	1	0	0	23	0,23
8	Pegar plástico fundido a película fría para formar burbuja	M	5	4	2	0	0	0	9	2	2	1	0	0	25	0,25
9	Encender motores de rodillos y tratamiento corona	M	5	4	2	0	0	0	9	0	2	1	0	0	23	0,23
10	Colocar película entre cuchillas de la extrusora	M	5	4	2	2	0	0	9	0	2	1	0	0	25	0,25
11	Enrollar laminas en los ejes de bobinado	M	5	4	2	2	0	0	9	0	2	1	0	0	25	0,25
12	Medir el ancho de la lamina	M	5	4	2	0	0	0	9	0	2	1	0	0	23	0,23
13	Regular inyección de aire en burbuja	M	5	4	2	0	0	0	9	0	2	4	0	0	26	0,26
14	Medir espesor de la lamina	M	5	4	2	0	0	0	9	0	2	1	0	0	23	0,23
15	Regular velocidad del tornillo sinfín y de rodillos	M	5	4	2	0	0	0	9	0	2	4	0	0	26	0,26
16	Extruir pedido	M	5	4	2	0	0	0	9	0	2	1	0	0	23	0,23
17	Trasladar y Almacenar bobinas	M	5	4	2	2	19	0	9	0	2	1	0	0	44	0,44

**Anexo 9: Tiempo de Ciclo del Proceso de Extrusión**

No.	ACTIVIDAD	TIPO		RUTINARIA	SIMBOLOGÍA (ANSI)					Ciclos (Horas)			Tiempo Observado			Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	Valoración			TIEMPO BÁSICO	Frecuencia por Actividad	Coeficiente de Descuento	TIEMPO ESTÁNDAR
		MEC.	MANUAL		■	→	D	●	▽	1	2	3	Tiempo Total Observado	Tiempo Medio de Ciclo	Desviación Estándar				Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración				
1	Revisar la orden de compra		X	SI						0,0414	0,0561	0,0425	0,1400	0,0467	0,0082	0,0549	0,0385	0,0419	0,11	0,08	1,19	0,0499	1,00	1,26	0,0629
2	Recoger MP de la bodega		X	SI						0,0494	0,0367	0,0472	0,1333	0,0444	0,0068	0,0513	0,0376	0,0483	0,11	0,10	1,21	0,0585	0,03	1,31	0,0026
3	Mezclar componentes en mezcladora	X	X	SI						1,0067	1,0786	0,9656	3,0508	1,0169	0,0572	1,0742	0,9597	0,9861	0,11	0,10	1,21	1,1932	0,03	1,33	0,0529
4	Poner barril de componentes cerca de la tolva	X	X	SI						0,0128	0,0419	0,0189	0,0736	0,0245	0,0154	0,0399	0,0092	0,0158	0,11	0,10	1,21	0,0192	0,03	1,46	0,0009
5	Configurar la extrusora	X	X	SI						0,0864	0,0714	0,0653	0,2231	0,0744	0,0109	0,0852	0,0635	0,0683	0,08	0,08	1,16	0,0793	0,03	1,23	0,0032
6	Prender motor del tornillo sinfín y del cabezal rotatorio	X	X	SI						0,0286	0,0344	0,0356	0,0986	0,0329	0,0037	0,0366	0,0291	0,0350	0,11	0,10	1,21	0,0424	0,03	1,23	0,0017
7	Cargar tolva con componentes mezclados	X	X	SI						0,0294	0,0247	0,0239	0,0781	0,0260	0,0030	0,0290	0,0230	0,0243	0,11	0,10	1,21	0,0294	0,03	1,23	0,0012
8	Pegar plástico fundido a película fría para formar burbuja		X	SI						0,0264	0,0175	0,0203	0,0642	0,0214	0,0045	0,0259	0,0168	0,0189	0,11	0,10	1,21	0,0229	0,03	1,25	0,0010
9	Encender motores de rodillos y tratamiento corona	X	X	SI						0,0103	0,0161	0,0119	0,0383	0,0128	0,0030	0,0158	0,0098	0,0111	0,11	0,10	1,21	0,0134	0,03	1,23	0,0006
10	Colocar película entre cuchillas de la extrusora	X	X	SI						0,0814	0,0642	0,0597	0,2053	0,0684	0,0114	0,0799	0,0570	0,0619	0,08	0,10	1,18	0,0731	0,03	1,25	0,0030
11	Enrollar laminas en los ejes de bobinado	X	X	SI						0,0050	0,0042	0,0042	0,0133	0,0044	0,0005	0,0049	0,0040	0,0042	0,08	0,10	1,18	0,0049	6,00	1,25	0,0369
12	Medir el ancho de la lamina		X	SI						0,0042	0,0036	0,0058	0,0136	0,0045	0,0012	0,0057	0,0034	0,0039	0,11	0,08	1,19	0,0046	4,00	1,23	0,0228
13	Regular inyección de aire en burbuja	X	X	SI						0,0061	0,0039	0,0083	0,0183	0,0061	0,0022	0,0083	0,0039	0,0061	0,06	0,08	1,14	0,0070	1,00	1,26	0,0088
14	Medir espesor de la lamina		X	SI						0,0103	0,0231	0,0075	0,0408	0,0136	0,0083	0,0219	0,0053	0,0089	0,11	0,08	1,19	0,0106	4,00	1,23	0,0520
15	Regular velocidad del tornillo sinfín y de rodillos	X	X	SI						0,0153	0,0136	0,0094	0,0383	0,0128	0,0030	0,0158	0,0098	0,0144	0,06	0,08	1,14	0,0165	1,00	1,26	0,0207
16	Extruir pedido	X		SI						3,8000	3,8000	3,8000	11,4000	3,8000	0,0000	3,8000	3,8000	3,8000	0,11	0,05	1,16	4,4080	1,00	1,23	5,4218
17	Trasladar y Almacenar bobinas		X	SI						0,0411	0,0508	0,0367	0,1286	0,0429	0,0072	0,0501	0,0356	0,0389	0,08	0,08	1,16	0,0451	4,00	1,44	0,2598
<b>TIEMPO DE CICLO hora/cada 150 kg</b>																						<b>5,9529</b>			
<b>TIEMPO DE CICLO hora/kg</b>																						<b>0,0397</b>			

PRODUCCIÓN KG/HORA	25,1978
PRODUCCIÓN KG/DÍA	302,3732
PRODUCCIÓN KG/MES	7256,9556

**Anexo 10: Suplementos de Descuento del Proceso de Impresión**

No.	ACTIVIDAD	SEXO	1. SUPLEMENTOS CONST.		2. SUPLEMENTOS VARIABLES										Total de Suplementos	Indice de Descuento
			Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Tensión Mental	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física		
1	Revisar ficha tecnica y fotopolimeros	M	5	4	2	0	0	0	12	0	2	4	0	0	29	0,29
2	Configurar software de la impresora	M	5	4	2	0	0	0	12	0	2	4	0	0	29	0,29
3	Traer canecas de drenado de tintas	M	5	4	2	0	10	0	12	0	2	1	0	0	36	0,36
4	Drenar tintoreras en canecas	M	5	4	2	2	3	0	12	2	2	1	0	0	33	0,33
5	Vertir alcohol en tintoreras y pasar trapo	M	5	4	2	2	0	0	12	2	2	1	0	0	30	0,30
6	Inducir succion de alcohol de mangueras de tinta	M	5	4	2	2	0	0	12	2	2	1	0	0	30	0,30
7	Trasladar canecas a bodega de MP	M	5	4	2	0	10	0	12	0	2	1	0	0	36	0,36
8	Seleccionar y trasladar MP para impresión	M	5	4	2	0	10	0	12	0	2	1	0	0	36	0,36
9	Colocar tintas y alcohol en caneca, según Ficha T. y Pantone	M	5	4	2	2	3	0	12	0	2	4	0	0	34	0,34
10	Mezclar tintas y alcohol con bara	M	5	4	2	2	0	0	12	0	2	1	0	0	28	0,28
11	Verificar viscosidad con cronometro	M	5	4	2	2	0	0	12	0	2	4	0	0	31	0,31
12	Regular viscosidad con tinta o alcohol	M	5	4	2	2	0	0	12	0	2	1	0	0	28	0,28
13	Vertir mezcla en tintoreras con caneca o tarrina	M	5	4	2	2	3	0	12	2	2	1	0	0	33	0,33
14	Trasladarse a cuarto de montaje de mangas con fotopolimero	M	5	4	2	0	0	0	12	0	2	1	0	0	26	0,26
15	Medir diametro del fotopolimero	M	5	4	2	0	0	2	8	0	2	1	0	0	24	0,24
16	Seleccionar mangas tubulares	M	5	4	2	0	0	2	8	0	2	1	0	0	24	0,24
17	Pegar stickyband en manga	M	5	4	0	0	0	0	8	2	2	4	0	0	25	0,25
18	Pegar fotopolimero en manga	M	5	4	0	0	0	0	8	2	2	4	0	0	25	0,25
19	Llevar mangas tubulares a impresora	M	5	4	2	0	1	0	12	0	2	1	0	0	27	0,27
20	Cambiar piñones de la impresora	M	5	4	2	2	0	0	15	0	2	4	0	0	34	0,34
21	Inyectar aire en los ejes de las mangas y destapar huecos	M	5	4	2	2	0	0	15	2	2	4	0	0	36	0,36
22	Colocar mangas nuevas y sacar anteriores	M	5	4	2	2	0	0	15	2	2	4	0	0	36	0,36
23	Poner y ajustar tapas de ejes de mangas	M	5	4	2	2	0	0	15	0	2	4	0	0	34	0,34
24	Trasladar bobinas de impresión	M	5	4	2	0	19	0	15	0	2	1	0	0	48	0,48
25	Colocar bobina en eje de desenrollado y pegar lamina guía	M	5	4	2	2	19	0	15	0	2	1	0	0	50	0,50
26	Imprimir y calibrar apego entre manga y lámina	M	5	4	2	0	0	0	15	0	2	4	0	0	32	0,32
27	Centrar lamina en rodillos de la impresora	M	5	4	2	0	0	0	15	0	2	4	0	0	32	0,32
28	Imprimir muestra (prueba de color)	M	5	4	2	0	0	0	15	0	2	1	0	0	29	0,29
29	Parar impresora y cortar muestra	M	5	4	2	0	0	0	15	0	2	1	0	0	29	0,29
30	Aprobar muestra	M	5	4	2	0	0	0	15	0	2	1	0	0	29	0,29
31	Imprimir pedido	M	5	4	0	0	0	0	15	0	2	4	0	0	30	0,30
32	Parar impresora y Sacar bobinas impresas	M	5	4	2	2	19	0	15	0	2	1	0	0	50	0,50
33	Trasladar y Almacenar bobinas impresas	M	5	4	2	0	19	0	15	0	2	1	0	0	48	0,48

### Anexo 11: Tiempo de Ciclo del Proceso de Impresión

No.	ACTIVIDAD	TIPO		RUTINARIA	SIMBOLOGÍA (ANSI)					Ciclos (Horas)					Tiempo Observado			Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	Valoración			TIEMPO BÁSICO	Frecuencia Total por Actividad	Coeficiente de Descuento	TIEMPO ESTÁNDAR
		MEC.	MAN.		■	➔	D	●	▼	1	2	3	4	5	Tiempo Total Observado	Tiempo Medio de Ciclo	Desviación Estándar				Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración				
1	Revisar ficha técnica y fotopolímeros		X	SI						0,0542	0,0383	0,1369	0,1800	0,0344	0,4439	0,0888	0,0658	0,1546	0,0229	0,0660	0,11	0,08	1,19	0,0785	1,00	1,29	0,1013
2	Configurar software de la impresora		X	SI						0,0697	0,0897	0,0756	0,0828	0,1097	0,4275	0,0855	0,0155	0,1010	0,0700	0,0827	0,11	0,10	1,21	0,1000	1,00	1,29	0,1291
3	Traer canecas de drenado de tintas		X	SI						0,0344	0,0558	0,0397	0,0428	0,0700	0,2428	0,0486	0,0143	0,0629	0,0342	0,0432	0,11	0,10	1,21	0,0523	2,29	1,36	0,1628
4	Drenar tintorerías en canecas		X	SI						0,0617	0,0597	0,0842	0,0625	0,0669	0,3350	0,0670	0,0100	0,0770	0,0570	0,0627	0,11	0,10	1,21	0,0759	4,10	1,33	0,4138
5	Vertir alcohol en tintorerías y pasar trapo		X	SI						0,0175	0,0117	0,0156	0,0231	0,0136	0,0814	0,0163	0,0044	0,0206	0,0119	0,0156	0,08	0,08	1,16	0,0180	4,10	1,30	0,0962
6	Inducir succión de alcohol de mangueras de tinta	X	X	SI						0,0142	0,0147	0,0125	0,0189	0,0119	0,0722	0,0144	0,0027	0,0172	0,0117	0,0133	0,11	0,10	1,21	0,0161	4,10	1,30	0,0860
7	Trasladar canecas a bodega de MP		X	SI						0,0208	0,0281	0,0214	0,0247	0,0172	0,1122	0,0224	0,0041	0,0266	0,0183	0,0223	0,11	0,10	1,21	0,0270	2,29	1,36	0,0841
8	Seleccionar y trasladar MP para impresión		X	SI						0,0239	0,0256	0,0269	0,0308	0,0231	0,1303	0,0261	0,0031	0,0291	0,0230	0,0249	0,11	0,10	1,21	0,0301	2,29	1,36	0,0937
9	Colocar tintas y alcohol en caneca, según Ficha T. y Pantone		X	SI						0,0297	0,0231	0,0236	0,0156	0,0189	0,1108	0,0222	0,0053	0,0275	0,0168	0,0219	0,11	0,10	1,21	0,0264	4,10	1,34	0,1453
10	Mezclar tintas y alcohol con vara		X	SI						0,0081	0,0053	0,0081	0,0064	0,0061	0,0339	0,0068	0,0012	0,0080	0,0055	0,0063	0,13	0,10	1,23	0,0077	4,10	1,28	0,0403
11	Verificar viscosidad con cronometro		X	SI						0,0161	0,0197	0,0214	0,0156	0,0194	0,0922	0,0184	0,0025	0,0209	0,0159	0,0184	0,06	0,10	1,16	0,0214	4,10	1,31	0,1148
12	Regular viscosidad con tinta o alcohol		X	SI						0,0042	0,0028	0,0031	0,0044	0,0028	0,0172	0,0034	0,0008	0,0042	0,0026	0,0032	0,08	0,10	1,18	0,0038	4,10	1,28	0,0198
13	Vertir mezcla en tintorerías con caneca o tarrina		X	SI						0,0122	0,0108	0,0125	0,0144	0,0131	0,0631	0,0126	0,0013	0,0139	0,0113	0,0126	0,11	0,10	1,21	0,0152	4,10	1,33	0,0831
14	Trasladarse a cuarto de montaje de mangas con fotopolímero		X	SI						0,0114	0,0147	0,0111	0,0133	0,0128	0,0633	0,0127	0,0015	0,0141	0,0112	0,0125	0,11	0,10	1,21	0,0151	1,00	1,26	0,0191
15	Medir diámetro del fotopolímero		X	SI						0,0064	0,0058	0,0081	0,0069	0,0056	0,0328	0,0066	0,0010	0,0075	0,0056	0,0064	0,11	0,10	1,21	0,0077	4,10	1,24	0,0393
16	Seleccionar mangas tubulares		X	SI						0,0225	0,0181	0,0200	0,0214	0,0189	0,1008	0,0202	0,0018	0,0220	0,0184	0,0201	0,11	0,10	1,21	0,0243	4,10	1,24	0,1236
17	Pegar stickyband en manga		X	SI						0,0189	0,0339	0,0233	0,0206	0,0378	0,1344	0,0269	0,0084	0,0353	0,0185	0,0242	0,06	0,08	1,14	0,0276	4,10	1,25	0,1412
18	Pegar fotopolímero en manga		X	SI						0,0250	0,0214	0,0183	0,0350	0,0186	0,1183	0,0237	0,0069	0,0305	0,0168	0,0208	0,06	0,08	1,14	0,0238	4,10	1,25	0,1217
19	Llevar mangas tubulares a impresora		X	SI						0,0225	0,0253	0,0203	0,0239	0,0303	0,1222	0,0244	0,0037	0,0282	0,0207	0,0239	0,11	0,10	1,21	0,0289	2,29	1,27	0,0841
20	Cambiar piñones de la impresora		X	SI						0,0206	0,0272	0,0267	0,0225	0,0217	0,1186	0,0237	0,0030	0,0267	0,0207	0,0236	0,11	0,10	1,21	0,0286	4,10	1,34	0,1570
21	Inyectar aire en los ejes de las mangas y destapar huecos	X	X	SI						0,0397	0,0064	0,0067	0,0256	0,0094	0,0878	0,0176	0,0147	0,0323	0,0029	0,0120	0,06	0,10	1,16	0,0139	4,10	1,36	0,0777
22	Colocar mangas nuevas y sacar anteriores	X	X	SI						0,0325	0,0617	0,0344	0,0314	0,0375	0,1975	0,0395	0,0126	0,0521	0,0269	0,0340	0,11	0,10	1,21	0,0411	4,10	1,36	0,2291
23	Poner y ajustar tapas de ejes de mangas		X	SI						0,0278	0,0331	0,0242	0,0267	0,0281	0,1397	0,0279	0,0032	0,0312	0,0247	0,0275	0,08	0,10	1,18	0,0325	4,10	1,34	0,1783
24	Trasladar bobinas de impresión		X	SI						0,0092	0,0125	0,0111	0,0175	0,0108	0,0611	0,0122	0,0032	0,0154	0,0090	0,0109	0,11	0,10	1,21	0,0132	4,10	1,48	0,0801
25	Colocar bobina en eje de desenrollado y pegar lámina guía	X	X	SI						0,0358	0,0381	0,0286	0,0311	0,0317	0,1653	0,0331	0,0038	0,0369	0,0292	0,0329	0,13	0,10	1,23	0,0404	4,10	1,50	0,2486
26	Imprimir y calibrar colores	X	X	SI						0,0356	0,0608	0,0319	0,0328	0,0489	0,2100	0,0420	0,0125	0,0545	0,0295	0,0373	0,06	0,08	1,14	0,0425	4,10	1,32	0,2301
27	Calibrar y centrar rodillos de la máquina	X	X	SI						0,0581	0,0256	0,0364	0,0625	0,0358	0,2183	0,0437	0,0158	0,0595	0,0278	0,0434	0,06	0,08	1,14	0,0495	1,00	1,32	0,0653
28	Imprimir muestra	X		SI						0,1642	0,0900	0,1800	0,1500	0,2492	0,8333	0,1667	0,0573	0,2240	0,1093	0,1647	0,06	0,08	1,14	0,1878	1,00	1,29	0,2422
29	Parar impresora y cortar muestra	X	X	SI						0,0094	0,0069	0,0117	0,0111	0,0081	0,0472	0,0094	0,0020	0,0114	0,0075	0,0095	0,11	0,08	1,19	0,0113	1,00	1,29	0,0146
30	Aprobar muestra		X	SI						0,0256	0,0425	0,0147	0,0653	0,0294	0,1775	0,0355	0,0194	0,0549	0,0161	0,0325	0,08	0,05	1,13	0,0367	1,00	1,29	0,0474
31	Imprimir pedido	X		SI						1,6186	1,6186	1,6186	1,6186	1,6186	8,0931	1,6186	0,0000	1,6186	1,6186	1,6186	0,00	0,00	1,00	1,6186	1,00	1,30	2,1042
32	Parar impresora y Sacar bobinas impresas	X	X	SI						0,0117	0,0125	0,0092	0,0169	0,0133	0,0636	0,0127	0,0028	0,0156	0,0099	0,0125	0,11	0,10	1,21	0,0151	4,00	1,50	0,0908
33	Trasladar y almacenar bobinas impresas		X	SI						0,0133	0,0117	0,0156	0,0114	0,0142	0,0661	0,0132	0,0017	0,0150	0,0115	0,0131	0,11	0,10	1,21	0,0158	4,00	1,48	0,0935
																							TIEMPO DE CICLO hora/cada 100 kg			5,9579	
																							TIEMPO DE CICLO hora/kg			0,0596	

PRODUCCIÓN KG/HORA	16,7843
PRODUCCIÓN KG/DÍA	201,4117
PRODUCCIÓN KG/MES	4833,8819

**Anexo 12: Suplementos de Descuento y Tiempo de Ciclo del Proceso de Sellado**

No.	ACTIVIDAD	SEXO	1. SUPLEMENTOS CONST.		2. SUPLEMENTOS VARIABLES										Total de Suplementos	Índice de Descuento
			Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Tensión Mental	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física		
1	Colocar bobina impresa en selladora	M	5	4	2	2	19	0	8	0	2	1	0	0	43	0,43
2	Configurar y prender motor de selladora y cuchilla	M	5	4	2	0	0	0	8	0	2	1	0	0	22	0,22
3	Cruzar la lamina de la bobina por los rodillos	M	5	4	2	2	0	0	8	2	2	4	0	0	29	0,29
4	Alinear sensor de movimiento de material	M	5	4	2	0	0	0	8	2	2	1	0	0	24	0,24
5	Arrancar sellado	M	5	4	2	0	0	0	8	0	2	1	0	0	22	0,22
6	Bajar cuchilla de sellado	M	5	4	2	0	0	0	8	0	2	1	0	0	22	0,22
7	Embobinar fajillas	M	5	4	2	0	0	0	8	0	2	1	0	0	22	0,22
8	Parar selladora y sacar bobina de fajillas selladas	M	5	4	2	0	14	0	8	0	2	1	0	0	36	0,36
9	Trasladar y Almacenar bobina de fajillas selladas	M	5	4	2	2	14	0	8	0	2	1	0	0	38	0,38

No.	ACTIVIDAD	TIPO		RUTINARIA	SIMBOLOGÍA (ANSI)					Ciclos (Horas)				Tiempo Observado			Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	Valoración			TIEMPO BÁSICO	Frecuencia por Actividad	Coeficiente de Descuento	TIEMPO ESTÁNDAR		
		MEC.	MAN.		■	→	D	●	▽	1	2	3	4	Tiempo Total Observado	Tiempo Medio de Ciclo	Desviación Estándar				Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración						
1	Colocar bobina impresa en selladora		X	SI		●						0,0097	0,0114	0,0089	0,0083	0,0383	0,0096	0,0013	0,0109	0,0083	0,0090	0,11	0,10	1,21	0,0109	4,00	1,43	0,0622
2	Configurar y prender motor de selladora y cuchilla	X	X	SI	●							0,0064	0,0047	0,0131	0,0064	0,0306	0,0076	0,0037	0,0113	0,0039	0,0058	0,11	0,10	1,21	0,0071	1,00	1,22	0,0086
3	Cruzar la lamina de la bobina por los rodillos		X	SI	●							0,0242	0,0192	0,0208	0,0225	0,0867	0,0217	0,0022	0,0238	0,0195	0,0217	0,11	0,10	1,21	0,0262	4,00	1,29	0,1353
4	Alinear sensor de movimiento de material		X	SI	●							0,0050	0,0047	0,0036	0,0036	0,0169	0,0042	0,0007	0,0050	0,0035	0,0042	0,11	0,10	1,21	0,0051	4,00	1,24	0,0254
5	Arrancar sellado	X		SI	●							2,0425	2,0425	2,0425	2,0425	8,1700	2,0425	0,0000	2,0425	2,0425	2,0425	0,11	0,10	1,21	2,4714	1,00	1,22	3,0151
6	Bajar cuchilla de sellado	X	X	SI	●							0,0031	0,0036	0,0019	0,0022	0,0108	0,0027	0,0008	0,0035	0,0019	0,0024	0,11	0,10	1,21	0,0029	4,00	1,22	0,0142
7	Embobinar fajillas		X	SI	●							0,0022	0,0017	0,0017	0,0033	0,0089	0,0022	0,0008	0,0030	0,0014	0,0019	0,11	0,10	1,21	0,0022	4,00	1,22	0,0109
8	Parar selladora y sacar bobina de fajillas selladas	X	X	SI	●							0,0050	0,0039	0,0056	0,0044	0,0189	0,0047	0,0007	0,0054	0,0040	0,0047	0,11	0,10	1,21	0,0057	4,00	1,36	0,0311
9	Trasladar y Almacenar bobina de fajillas selladas		X	SI	●	→	●					0,0086	0,0075	0,0189	0,0097	0,0447	0,0112	0,0052	0,0164	0,0060	0,0086	0,11	0,10	1,21	0,0104	4,00	1,38	0,0575
																						TIEMPO DE CICLO hora/cada 80 kg			3,3604			
																						TIEMPO DE CICLO hora/kg			0,0420			

PRODUCCIÓN	23,8070
PRODUCCIÓN KG/DÍA	285,6834
PRODUCCIÓN KG/MES	6856,4027

**Anexo 13: Suplementos de Descuento y Tiempo de Ciclo del Proceso de Precortado**

No.	ACTIVIDAD	SEXO	1. SUPLEMENTOS CONST.		2. SUPLEMENTOS VARIABLES										Total de Suplementos	Indice de Descuento
			Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Tensión Mental	i) Monotonía : Mental	j) Monotonía : Fisica		
1	Colocar bobina sellada en máquina	M	5	4	2	2	19	0	8	0	2	1	0	0	43	0,43
2	Configurar y prender motor de precortadora y cuchilla	M	5	4	2	0	0	0	8	0	2	1	0	0	22	0,22
3	Cruzar la lamina de la bobina por los rodillos	M	5	4	2	2	0	0	8	2	2	4	0	0	29	0,29
4	Alinear sensor de movimiento de material	M	5	4	2	0	0	0	8	2	2	1	0	0	24	0,24
5	Arrancar precortado	M	5	4	2	0	0	0	8	0	2	1	0	0	22	0,22
7	Embobinar fajillas precortadas	M	5	4	2	0	0	0	8	0	2	1	0	0	22	0,22
8	Parar precortadora	M	5	4	2	0	14	0	8	0	2	1	0	0	36	0,36
9	Trasladar y Almacenar bobina de fajillas precortadas	M	5	4	2	2	14	0	8	0	2	1	0	0	38	0,38

No.	ACTIVIDAD	TIPO		RUTINARIA	SIMBOLOGÍA (ANSI)					Ciclos (Horas)				Tiempo Observado			Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	Valoración			TIEMPO BÁSICO	Frecuencia por Actividad	Coeficiente de Descuento	TIEMPO ESTÁNDAR	
		MEC.	MAN.		■	→	D	●	▼	1	2	3	4	Tiempo Total Observado	Tiempo Medio de Ciclo	Desviación Estándar				Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración					
1	Colocar bobina sellada en máquina		X	SI		●					0,0114	0,0092	0,0083	0,0106	0,0394	0,0099	0,0014	0,0112	0,0085	0,0099	0,11	0,10	1,21	0,0119	4,00	1,43	0,0683
2	Configurar y prender motor de precortadora y cuchilla	X	X	SI	●	●					0,0192	0,0206	0,0231	0,0194	0,0822	0,0206	0,0018	0,0223	0,0188	0,0197	0,11	0,10	1,21	0,0239	1,00	1,22	0,0291
3	Cruzar la lamina de la bobina por los rodillos		X	SI	●						0,0181	0,0142	0,0156	0,0167	0,0644	0,0161	0,0017	0,0178	0,0145	0,0161	0,11	0,10	1,21	0,0195	4,00	1,29	0,1006
4	Alinear sensor de movimiento de material		X	SI	●						0,0053	0,0033	0,0036	0,0047	0,0169	0,0042	0,0009	0,0052	0,0033	0,0039	0,11	0,10	1,21	0,0047	4,00	1,24	0,0233
5	Arrancar precortado	X		SI	●						1,6003	1,6175	1,6675	1,6142	6,4994	1,6249	0,0294	1,6542	1,5955	1,6106	0,11	0,10	1,21	1,9489	1,00	1,22	2,3776
6	Embobinar fajillas precortadas		X	SI	●						0,0031	0,0036	0,0042	0,0025	0,0133	0,0033	0,0007	0,0041	0,0026	0,0033	0,11	0,10	1,21	0,0040	4,00	1,22	0,0197
7	Parar precortadora	X	X	SI	●						0,0014	0,0019	0,0014	0,0017	0,0064	0,0016	0,0003	0,0019	0,0013	0,0016	0,11	0,10	1,21	0,0019	4,00	1,36	0,0105
8	Trasladar y Almacenar bobina de fajillas precortadas		X	SI		●	●				0,0089	0,0081	0,0119	0,0092	0,0381	0,0095	0,0017	0,0112	0,0078	0,0087	0,11	0,10	1,21	0,0105	4,00	1,38	0,0581
																						TIEMPO DE CICLO hora/cada 80 kg		2,6873			
																						TIEMPO DE CICLO hora/kg		0,0336			

PRODUCCIÓN KG/HORA	29,7701
PRODUCCIÓN KG/DÍA	357,2406
PRODUCCIÓN KG/MES	8573,7750

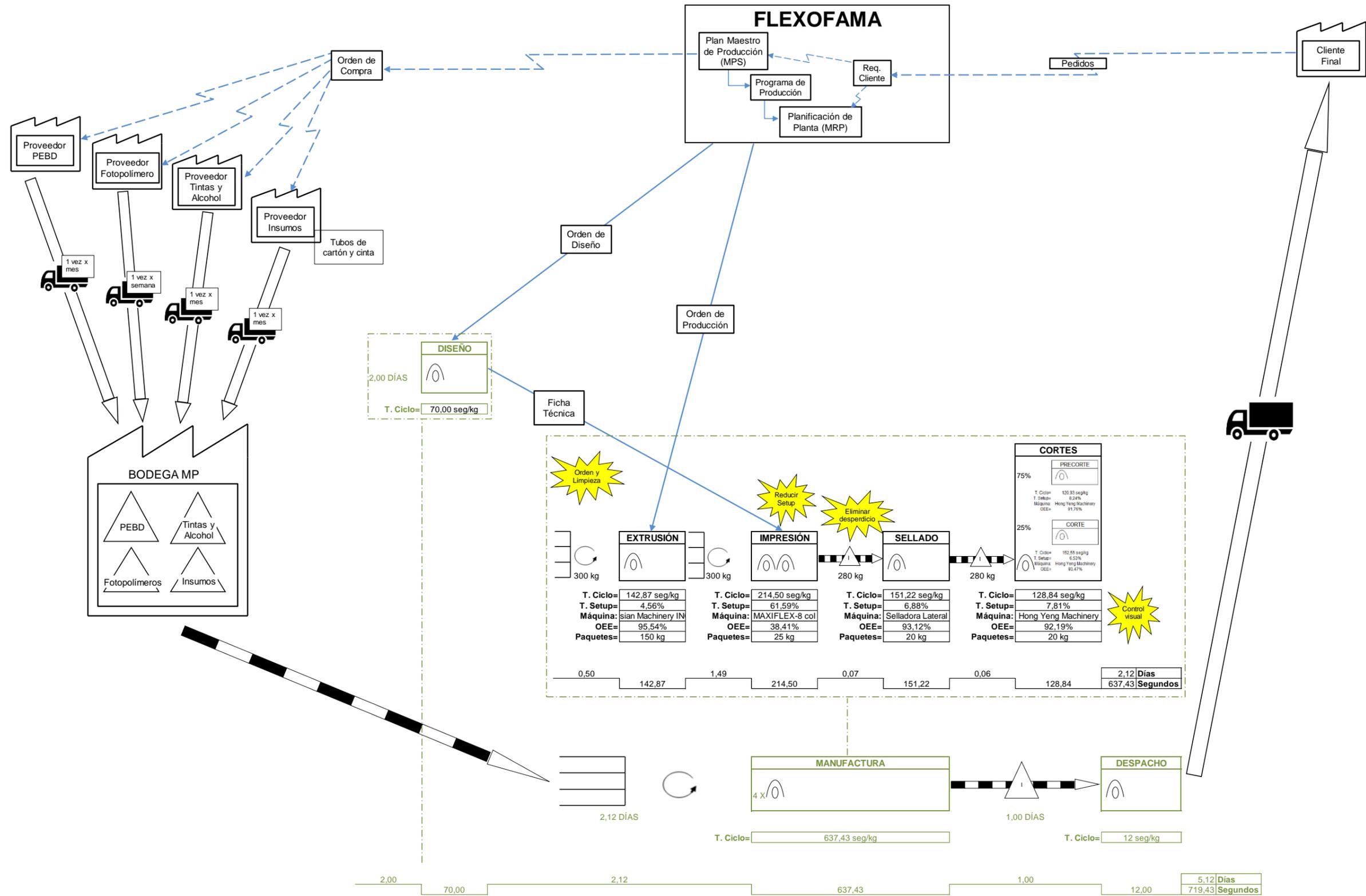
**Anexo 14: Suplementos de Descuento y Tiempo de Ciclo del Proceso de Cortado**

No.	ACTIVIDAD	SEXO	1. SUPLEMENTOS CONST.		2. SUPLEMENTOS VARIABLES										Total de Suplementos	Indice de Descuento
			Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Tensión Mental	i) Monotonía : Mental	j) Monotonía : Física		
1	Colocar bobina sellada en máquina	M	5	4	2	2	19	0	8	0	2	1	0	0	43	0,43
2	Configurar y prender motor de cortadora y cuchilla	M	5	4	2	0	0	0	8	0	2	1	0	0	22	0,22
3	Cruzar la lámina de la bobina por los rodillos	M	5	4	2	2	0	0	8	2	2	4	0	0	29	0,29
4	Alinear sensor de movimiento de material	M	5	4	2	0	0	0	8	2	2	1	0	0	24	0,24
5	Arrancar cortado	M	5	4	2	0	0	0	8	0	2	1	0	0	22	0,22
7	Recoger fajillas cortadas en caja	M	5	4	2	0	0	0	8	0	2	1	0	0	22	0,22
8	Parar cortadora	M	5	4	2	0	14	0	8	0	2	1	0	0	36	0,36
9	Trasladar y Almacenar fajillas cortadas	M	5	4	2	2	14	0	8	0	2	1	0	0	38	0,38

No.	ACTIVIDAD	TIPO		RUTINARIA	SIMBOLOGÍA (ANSI)					Ciclos (Horas)				Tiempo Observado			Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	Valoración			TIEMPO BÁSICO	Frecuencia por Actividad	Coeficiente de Descuento	TIEMPO ESTÁNDAR
		MEC.	MAN.		■	→	D	●	▽	1	2	3	4	Tiempo Total Observado	Tiempo Medio de Ciclo	Desviación Estándar				Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración				
1	Colocar bobina sellada en máquina		X	SI						0,0114	0,0092	0,0083	0,0106	0,0394	0,0099	0,0014	0,0112	0,0085	0,0099	0,11	0,10	1,21	0,0119	4,00	1,43	0,0683
2	Configurar y prender motor de cortadora y cuchilla	X	X	SI						0,0192	0,0206	0,0231	0,0194	0,0822	0,0206	0,0018	0,0223	0,0188	0,0197	0,11	0,10	1,21	0,0239	1,00	1,22	0,0291
3	Cruzar la lámina de la bobina por los rodillos		X	SI						0,0181	0,0142	0,0156	0,0167	0,0644	0,0161	0,0017	0,0178	0,0145	0,0161	0,11	0,10	1,21	0,0195	4,00	1,29	0,1006
4	Alinear sensor de movimiento de material		X	SI						0,0053	0,0033	0,0036	0,0047	0,0169	0,0042	0,0009	0,0052	0,0033	0,0039	0,11	0,10	1,21	0,0047	4,00	1,24	0,0233
5	Arrancar cortado	X		SI						2,0942	2,0797	2,1100	2,0861	8,3700	2,0925	0,0131	2,1056	2,0794	2,0867	0,11	0,10	1,21	2,5249	1,00	1,22	3,0803
6	Recoger fajillas cortadas en caja		X	SI						0,0031	0,0036	0,0042	0,0025	0,0133	0,0033	0,0007	0,0041	0,0026	0,0033	0,11	0,10	1,21	0,0040	4,00	1,22	0,0197
7	Parar cortadora	X	X	SI						0,0014	0,0019	0,0014	0,0017	0,0064	0,0016	0,0003	0,0019	0,0013	0,0016	0,11	0,10	1,21	0,0019	4,00	1,36	0,0105
8	Trasladar y Almacenar fajillas cortadas		X	SI						0,0089	0,0081	0,0119	0,0092	0,0381	0,0095	0,0017	0,0112	0,0078	0,0087	0,11	0,10	1,21	0,0105	4,00	1,38	0,0581
																						<b>TIEMPO DE CICLO hora/cada 80 kg</b>		<b>3,3900</b>		
																						<b>TIEMPO DE CICLO hora/kg</b>		<b>0,0424</b>		

PRODUCCIÓN KG/HORA	23,5991
PRODUCCIÓN KG/DÍA	283,1889
PRODUCCIÓN KG/MES	6796,5346

Anexo 15: VSM Actual



Anexo 16: Plan de Mejoras

No.	Área	Oportunidad de Mejora	Herramienta de Mejora	Objetivo	Indicador de Desempeño	Descripción del Indicador	Medición	Seguimiento	Meta
1	Extrusión, Impresión, Sellado y Cortes	Áreas en el lugar de trabajo desordenadas y sucias que no permiten el desarrollo de los procesos con fluidez.	5S's - Orden y Limpieza	Aplicación de 5S's - Clasificar, seleccionar y organizar elementos de trabajo. Limpiar y crear hábitos de orden y limpieza en la empresa.	% Cumplimiento	A través de auditorías 5S's, con un respectivo formato y guía de calificación del cumplimiento de los objetivos y normas de la herramienta, se puede medir el cumplimiento de la misma.	Anexo 17 <i>Guía de Calificación</i>	Mensual	90%
2	Impresión	El proceso de impresión tiene tiempos de setup más altos que los tiempos productivos.	SMED	Aplicación de SMED para reducir los tiempos de setup, que cubren el 62% del tiempo de ciclo, a su vez aumentando los tiempos de producción.	% Tiempo Productivo	El indicador nos da una referencia del porcentaje de tiempo que la máquina de hecho utiliza para la producción.	$\frac{\text{Tiempo Productivo}}{\text{Tiempo de Ciclo}} * 100$	Mensual	Mayor al 65%
3	Impresión	Desperdicio de material producido en el proceso de impresión.	Máquina	Implementación de una pequeña máquina de pruebas de impresión, para reducir/eliminar el desperdicio del 6,7% generado durante la impresión.	% Desperdicio	Nos indica la cantidad de desperdicio generado durante la impresión. Se puede aplicar el indicador a otros procesos.	$\frac{\text{Total Desperdicio}}{\text{Total Producido}} * 100$	Semanal	Menor al 4%
4	Extrusión, Impresión, Sellado y Cortes	La producción percibe visualmente y genera incertidumbre acerca de lo que pasa en los procesos	Andon	Aplicación de señalética que ayude a la organización y control de los procesos productivos	% Cumplimiento	Los indicadores se destinan a la verificación del cumplimiento del uso y la eficiencia de la implementación señales de control visual.	<i>Guía de Calificación (Anexo 17)</i> $\frac{\text{Cantidad Producida}}{\text{Cantidad Producida Programada}} * 100$ $\frac{\text{Tiempo de Producción}}{\text{Tiempo de Producción Programado}} * 100$	Semanal	90%

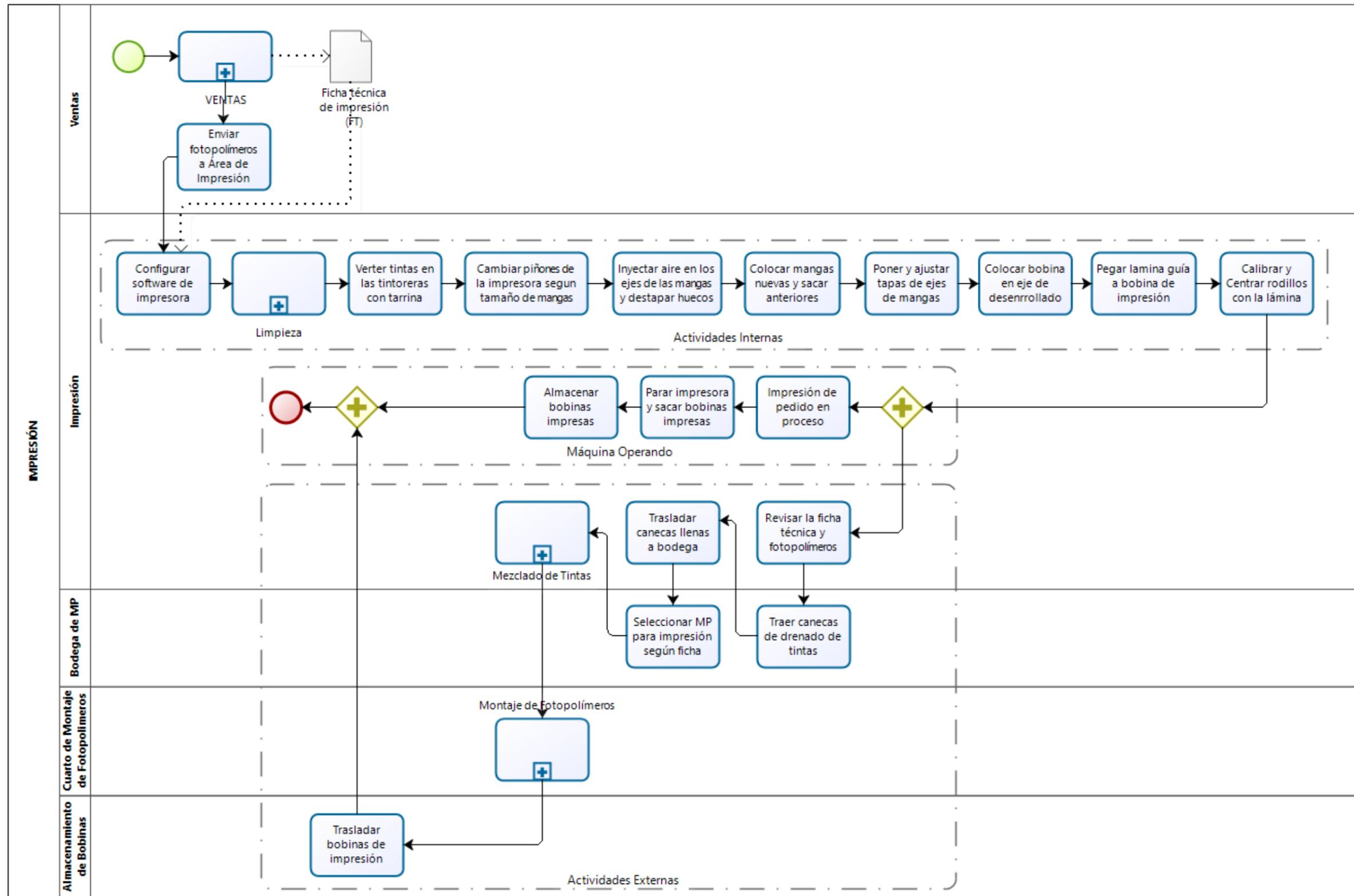
## Anexo 17: Formato de Auditorías 5S's

AUDITORÍAS 5S's				
ÁREA AUDITADA	AUDITOR	FIRMA DEL AUDITOR		
FECHA	MIEMBROS AUDITADOS	FIRMAS MIEMBROS AUDITADOS		
RUBROS			CALIFICACIÓN	
			PROMEDIO DE CALIFICACIÓN POR ETAPA	
1. Selección	1.1	Se cuenta con un listado de objetos necesarios para el trabajo		
	1.2	Se tienen establecidas las cantidades Min y Max de objetos y artículos necesarios		
	1.3	El estado de los objetos necesarios para el trabajo se encuentran en buenas condiciones		
	1.4	El listado coincide con lo que realmente hay en el área		
	1.5	Los corredores y los puestos de trabajo se encuentran libres de obstáculos		
	1.6	Los objetos que no agregan valor fueron descartados o redestinados a otras áreas		
2. Orden	2.1	Se han ordenado los objetos necesarios, asignando un lugar para cada cosa		
	2.2	Se han establecido métodos de ubicación e identificación de herramientas, materiales y áreas de trabajo (códigos de colores y ubicación, señalética, listado de objetos, etc.)		
	2.3	El uso de los métodos de ubicación e identificación se respeta		
	2.4	Se usa el control visual (Andon) para comunicar el orden de los objetos y las áreas		
	2.5	Cuando un objetos eta fuera de lugar, es posible identificarlo		
3. Limpieza	3.1	Se perciben áreas de trabajo aseadas		
	3.2	Las los artículos y herramienta están limpios		
	3.3	Se tienen metodologías para no ensuciar		
	3.4	Se han establecido programas de la limpieza que se debe realizar		
	3.5	Los artículos y equipo de limpieza es el adecuado y se encuentra en buen estado		
	3.6	Los miembros de trabajo lucen limpios		
4. Estandarización	4.1	Se han estandarizado los métodos de ubicación e identificación de herramientas, materiales y áreas de trabajo		
	4.2	Se han estandarizado los objetos necesarios de trabajo		
	4.3	Se ha establecido horarios de revisión del orden y limpieza		
	4.4	Se ha estandarización el método de Auditorías 5S's		
PROMEDIO DE CALIFICACION				
OBSERVACIONES		<b>Guía de Calificación</b>		
		0 = Implementación entre 0 y 20 %		
		1 = Implementación entre 20 y 40 %		
		2 = Implementación entre 40 y 60 %		
		3 = Implementación entre 60 y 80 %		
		4 = Implementación entre 80 y 90 %		
		5 = Implementación entre 90 y 100 %		

### Anexo 18: Diagrama de Flujo del Proceso de Pruebas de Impresión – FLEXIPROOF 100



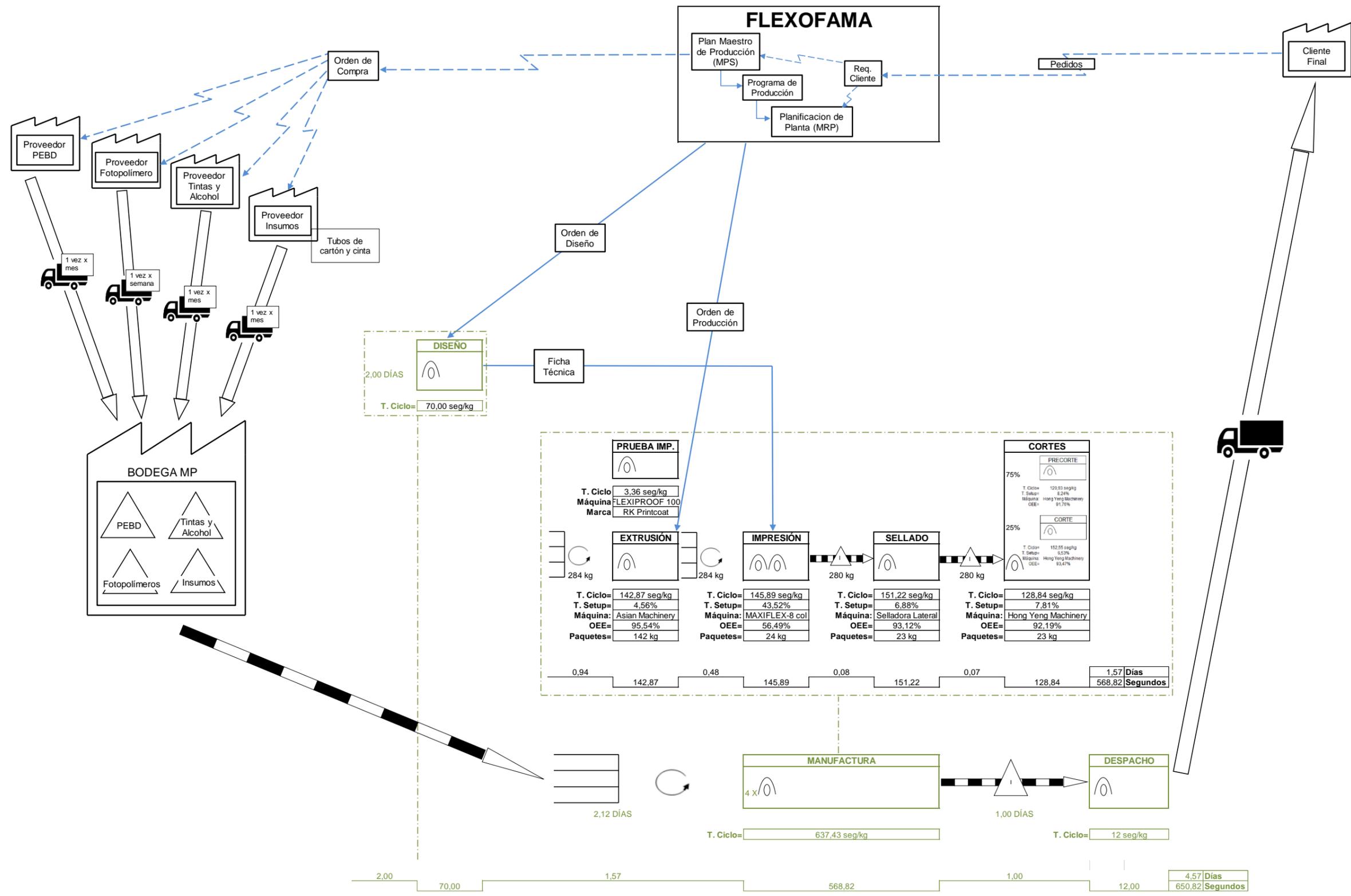
Anexo 19: Diagrama de Flujo del Proceso de Impresión Mejorado



**Anexo 20: Diagrama de Flujo del Proceso de Impresión Mejorado**

No.	ACTIVIDAD	Ciclos (Horas)					Tiempo Observado			Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	Valoración			TIEMPO BÁSICO	Frecuencia Total por Actividad	Coeficiente de Descuento	Tiempo Estándar por Actividad	Tiempo de Ciclo	Tiempo Estándar OPERATIVO	Tiempo Estándar Preparaciones INTERNAS	Tiempo Estándar Preparaciones EXTERNAS	
		1	2	3	4	5	Tiempo Total Observado	Tiempo Medio de Ciclo	Desviación Estándar				Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración									
1	Revisar ficha técnica y fotopolímeros	0,0542	0,0383	0,1369	0,1800	0,0344	0,4439	0,0888	0,0658	0,1546	0,0229	0,0660	0,11	0,08	1,19	0,0785	1,00	1,29	0,1013	0,1013	-	-	0,1013	
2	Configurar software de la impresora	0,0697	0,0897	0,0756	0,0828	0,1097	0,4275	0,0855	0,0155	0,1010	0,0700	0,0827	0,11	0,10	1,21	0,1000	1,00	1,29	0,1291	0,2303	-	0,1291	-	
3	Traer canecas de drenado de tintas	0,0344	0,0558	0,0397	0,0428	0,0700	0,2428	0,0486	0,0143	0,0629	0,0342	0,0432	0,11	0,10	1,21	0,0523	2,29	1,36	0,1628	0,3931	-	-	0,1628	
4	Drenar tintorerías en canecas	0,0617	0,0597	0,0842	0,0625	0,0669	0,3350	0,0670	0,0100	0,0770	0,0570	0,0627	0,11	0,10	1,21	0,0759	4,10	1,33	0,4138	0,8069	-	0,4138	-	
5	Verter alcohol en tintorerías y pasar trapo	0,0175	0,0117	0,0156	0,0231	0,0136	0,0814	0,0163	0,0044	0,0206	0,0119	0,0156	0,08	0,08	1,16	0,0180	4,10	1,30	0,0962	0,9030	-	0,0962	-	
6	Inducir succión de alcohol de mangueras de tinta	0,0142	0,0147	0,0125	0,0189	0,0119	0,0722	0,0144	0,0027	0,0172	0,0117	0,0133	0,11	0,10	1,21	0,0161	4,10	1,30	0,0860	0,9890	-	0,0860	-	
7	Trasladar canecas a bodega de MP	0,0208	0,0281	0,0214	0,0247	0,0172	0,1122	0,0224	0,0041	0,0266	0,0183	0,0223	0,11	0,10	1,21	0,0270	2,29	1,36	0,0841	1,0731	-	-	0,0841	
8	Seleccionar y trasladar MP para impresión	0,0239	0,0256	0,0269	0,0308	0,0231	0,1303	0,0261	0,0031	0,0291	0,0230	0,0249	0,11	0,10	1,21	0,0301	2,29	1,36	0,0937	1,1668	-	-	0,0937	
9	Colocar tintas y alcohol en caneca, según Ficha T. y Pantone	0,0297	0,0231	0,0236	0,0156	0,0189	0,1108	0,0222	0,0053	0,0275	0,0168	0,0219	0,11	0,10	1,21	0,0264	4,10	1,34	0,1453	1,3121	-	-	0,1453	
10	Mezclar tintas y alcohol con vara	0,0081	0,0053	0,0081	0,0064	0,0061	0,0339	0,0068	0,0012	0,0080	0,0055	0,0063	0,13	0,10	1,23	0,0077	4,10	1,28	0,0403	1,3524	-	-	0,0403	
11	Verificar viscosidad con cronometro	0,0161	0,0197	0,0214	0,0156	0,0194	0,0922	0,0184	0,0025	0,0209	0,0159	0,0184	0,06	0,10	1,16	0,0214	4,10	1,31	0,1148	1,4672	-	-	0,1148	
12	Regular viscosidad con tinta o alcohol	0,0042	0,0028	0,0031	0,0044	0,0028	0,0172	0,0034	0,0008	0,0042	0,0026	0,0032	0,08	0,10	1,18	0,0038	4,10	1,28	0,0198	1,4870	-	-	0,0198	
13	Verter mezcla en tintorerías con caneca o tarrina	0,0122	0,0108	0,0125	0,0144	0,0131	0,0631	0,0126	0,0013	0,0139	0,0113	0,0126	0,11	0,10	1,21	0,0152	4,10	1,33	0,0831	1,5701	-	0,0831	-	
14	Trasladarse a cuarto de montaje de mangas con fotopolímero	0,0114	0,0147	0,0111	0,0133	0,0128	0,0633	0,0127	0,0015	0,0141	0,0112	0,0125	0,11	0,10	1,21	0,0151	1,00	1,26	0,0191	1,5892	-	-	0,0191	
15	Medir diámetro del fotopolímero	0,0064	0,0058	0,0081	0,0069	0,0056	0,0328	0,0066	0,0010	0,0075	0,0056	0,0064	0,11	0,10	1,21	0,0077	4,10	1,24	0,0393	1,6285	-	-	0,0393	
16	Seleccionar mangas tubulares	0,0225	0,0181	0,0200	0,0214	0,0189	0,1008	0,0202	0,0018	0,0220	0,0184	0,0201	0,11	0,10	1,21	0,0243	4,10	1,24	0,1236	1,7521	-	-	0,1236	
17	Pegar stickyband en manga	0,0189	0,0339	0,0233	0,0206	0,0378	0,1344	0,0269	0,0084	0,0353	0,0185	0,0242	0,06	0,08	1,14	0,0276	4,10	1,25	0,1412	1,8933	-	-	0,1412	
18	Pegar fotopolímero en manga	0,0250	0,0214	0,0183	0,0350	0,0186	0,1183	0,0237	0,0069	0,0305	0,0168	0,0208	0,06	0,08	1,14	0,0238	4,10	1,25	0,1217	2,0150	-	-	0,1217	
19	Llevar mangas tubulares a impresora	0,0225	0,0253	0,0203	0,0239	0,0303	0,1222	0,0244	0,0037	0,0282	0,0207	0,0239	0,11	0,10	1,21	0,0289	2,29	1,27	0,0841	2,0990	-	-	0,0841	
20	Cambiar piñones de la impresora	0,0206	0,0272	0,0267	0,0225	0,0217	0,1186	0,0237	0,0030	0,0267	0,0207	0,0236	0,11	0,10	1,21	0,0286	4,10	1,34	0,1570	2,2560	-	0,1570	-	
21	Inyectar aire en los ejes de las mangas y destapar huecos	0,0397	0,0064	0,0067	0,0256	0,0094	0,0878	0,0176	0,0147	0,0323	0,0029	0,0120	0,06	0,10	1,16	0,0139	4,10	1,36	0,0777	2,3337	-	0,0777	-	
22	Colocar mangas nuevas y sacar anteriores	0,0325	0,0617	0,0344	0,0314	0,0375	0,1975	0,0395	0,0126	0,0521	0,0269	0,0340	0,11	0,10	1,21	0,0411	4,10	1,36	0,2291	2,5628	-	0,2291	-	
23	Poner y ajustar tapas de ejes de mangas	0,0278	0,0331	0,0242	0,0267	0,0281	0,1397	0,0279	0,0032	0,0312	0,0247	0,0275	0,08	0,10	1,18	0,0325	4,10	1,34	0,1783	2,7411	-	0,1783	-	
24	Trasladar bobinas de impresión	0,0092	0,0125	0,0111	0,0175	0,0108	0,0611	0,0122	0,0032	0,0154	0,0090	0,0109	0,11	0,10	1,21	0,0132	4,10	1,48	0,0801	2,8212	-	-	0,0801	
25	Colocar bobina en eje de desenrollado y pegar lamina guía	0,0358	0,0381	0,0286	0,0311	0,0317	0,1653	0,0331	0,0038	0,0369	0,0292	0,0329	0,13	0,10	1,23	0,0404	4,10	1,50	0,2486	3,0698	-	0,2486	-	
26	Calibrar y centrar rodillos de la máquina	0,0581	0,0256	0,0364	0,0625	0,0358	0,2183	0,0437	0,0158	0,0595	0,0278	0,0434	0,06	0,08	1,14	0,0495	1,00	1,32	0,0653	3,1351	-	0,0653	-	
27	Imprimir pedido	1,6186	1,6186	1,6186	1,6186	1,6186	8,0931	1,6186	0,0000	1,6186	1,6186	1,6186	0,00	0,00	1,00	1,6186	1,00	1,30	2,1042	5,2393	2,1042	-	-	
28	Parar impresora y Sacar bobinas impresas	0,0117	0,0125	0,0092	0,0169	0,0133	0,0636	0,0127	0,0028	0,0156	0,0099	0,0125	0,11	0,10	1,21	0,0151	4,00	1,50	0,0908	5,3301	0,0908	-	-	
29	Trasladar y almacenar bobinas impresas	0,0133	0,0117	0,0156	0,0114	0,0142	0,0661	0,0132	0,0017	0,0150	0,0115	0,0131	0,11	0,10	1,21	0,0158	4,00	1,48	0,0935	5,4236	0,0935	-	-	
																					2,2885	1,7641	1,3710	<b>TOTAL TIEMPO ESTÁNDAR hora/cada 100 kg</b>
																					0,0229	0,0176	0,0137	<b>TOTAL TIEMPO ESTÁNDAR hora/kg</b>
																					<b>TIEMPO DE CICLO hora/kg</b>		<b>0,0405</b>	
																					<b>PRODUCCIÓN KG/HORA</b>		24,6755	
																					<b>PRODUCCIÓN KG/DÍA</b>		296,1062	
																					<b>PRODUCCIÓN KG/MES</b>		7106,5497	

Anexo 21: VSM Futuro



## Anexo 22: Detalle de Costos y Gastos – Actual

<b>FLEXOFAMA</b>		
<b>FAJILLAS PARA BEBIDAS</b>		
<b>Costos de Producción</b>		
<b>Costos Directos</b>		
<b>Materiales Directos</b>		
Item	Descripción	Costo Anual
1	Gasto Materia Prima	\$ 338.423,34
		<b>\$ 338 423,34</b>

<b>FLEXOFAMA</b>				
<b>FAJILLAS PARA BEBIDAS</b>				
<b>Costos de Producción</b>				
<b>Costos Directos</b>				
<b>Mano de Obra Directa</b>				
Item	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Anual
1	Operarios de Planta	4	\$ 425,00	\$ 19 125,00
<b>Total Mano de Obra Directa</b>				<b>\$ 19 125,00</b>

<b>FLEXOFAMA</b>				
<b>FAJILLAS PARA BEBIDAS</b>				
<b>Costos de Producción</b>				
<b>Costos Directos</b>				
<b>Mano de Obra Tiempo Extra</b>				
Item	Categoría	Cantidad	Valor Hora Extra	Costo Anual
		<b>Horas Extra</b>		
1	Operarios Impresora	4	\$ 3,66	\$ 4 218,31
2	Operario Exrtusora Selladora	4	\$ 3,66	\$ 4 218,31
3	Operarario Cortes	2	\$ 3,66	\$ 2 109,15
<b>Total Mano de Obra Tiempo Extra</b>				<b>\$ 10 545,76</b>

<b>FLEXOFAMA</b>		
<b>FAJILLAS PARA BEBIDAS</b>		
<b>Costos de Producción</b>		
<b>Costos Indirectos</b>		
<b>Materiales Indirectos</b>		
Item	Descripción	Costo Anual
1	Materiales indirectos	\$ 18 408,86
<b>Total Materiales Indirectos</b>		<b>\$ 18 408,86</b>

<b>FLEXOFAMA</b>					
<b>FAJILLAS PARA BEBIDAS</b>					
<b>Costos de Producción</b>					
<b>Costos Indirectos</b>					
<b>Mano de Obra Indirecta</b>					
Item	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	%	Costo Anual
1	Conductor	1	\$ 425,00	15%	\$ 765,00
2	Ayudante	1	\$ 425,00	25%	\$ 1.275,00
<b>Total Mano de Obra Indirecta</b>					<b>\$ 2.040,00</b>

<b>FLEXOFAMA</b>					
<b>FAJILLAS PARA BEBIDAS</b>					
<b>Costos de Producción</b>					
<b>Costos Indirectos</b>					
<b>Servicios Básicos</b>					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario	Costo Anual
1	Energía Extrusora	KW-h	102 408	\$ 0,09	\$ 9 216,74
2	Energía Impresora	KW-h	127 371	\$ 0,09	\$ 11 463,38
3	Energía Selladora	KW-h	20 840	\$ 0,09	\$ 1 875,57
4	Energía Cortes	KW-h	21 946	\$ 0,09	\$ 1 975,10
<b>Total Servicios Básicos</b>					<b>\$ 24 530,79</b>

	KW-h	h día	% Prendida	Cant Anual
<b>Extrusora</b>	32	12	93%	102408,192
<b>Impresora</b>	65	18	38%	127370,88
<b>Selladora</b>	10	12	60%	20839,68
<b>Cortes</b>	15	10	51%	21945,6
<b>Total kw-h</b>				<b>272564,352</b>
<b>Total \$</b>				<b>24.530,79</b>

**FLEXOFAMA****FAJILLAS PARA BEBIDAS****Costos de Producción****Costos Indirectos****Mantenimiento de Maquinaria y Equipo**

Item	Equipo	Valor Inversión	%	Costo Anual
1	Mantenimiento Extrusora	\$ 1 427,16	50%	\$ 713,58
2	Mantenimiento Impresora	\$ 1 892,08	75%	\$ 1 419,06
3	Mantenimiento Selladora	\$ 330,00	50%	\$ 165,00
4	Mantenimiento Cortadoras	\$ 468,00	42%	\$ 196,56
5	Mantenimiento Vehiculo	\$ 1.200,00	15%	\$ 180,00
<b>Total Mantenimiento de Maquinaria y Equipo</b>				<b>\$ 2 674,20</b>

**FLEXOFAMA****FAJILLAS PARA BEBIDAS****Costos de Producción****Imprevistos**

Item	Descripción	Costo Anual
1	Materiales Directos	\$ 338 423,34
2	Mano de Obra Directa	\$ 19 125,00
3	Materiales Indirectos	\$ 18 408,86
4	Mano de Obra Indirecta	\$ 2 040,00
5	Servicios Básicos	\$ 24 530,79
6	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	\$ 2 674,20
7	Mano de Obra Horas Extra	\$ 10 545,76
<b>Total Costos Directo e Indirectos</b>		<b>\$ 415 747,95</b>
<b>% Imprevistos</b>		<b>5%</b>
<b>Total Imprevistos</b>		<b>\$ 20 787,40</b>

**FLEXOFAMA****FAJILLAS PARA BEBIDAS****Gastos de Administración y Generales (Personal Administrativo)****Personal**

Item	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	%	Costo Anual
1	Diseñador	1	\$ 1 000,00	20%	\$ 2 400,00
2	Ingeniero de Planta	1	\$ 1 200,00	20%	\$ 2 880,00
3	Personal Administrativos	2	\$ 1 000,00	15%	\$ 3 600,00
<b>Total Personal</b>					<b>\$ 8 880,00</b>

**FLEXOFAMA****FAJILLAS PARA BEBIDAS****Gastos de Administración y Generales (Personal Administrativo)****Personal de ventas**

Item	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	%	Costo Anual
1	Vendedores	2	\$ 1 000,00	29%	\$ 6 960,00
<b>Total Personal de ventas</b>					<b>\$ 6 960,00</b>

**FLEXOFAMA****FAJILLAS PARA BEBIDAS****Costos y Gastos****Resumen de Costos y Gastos Anuales**

Cantidad total

76.203 kg

Item	Descripción	Costo Total	Costo Unitario
<b>Costos Directos</b>		<b>\$ 357 548,34</b>	<b>\$ 4,69</b>
1	Materiales Directos	\$ 338 423,34	\$ 4,44
2	Mano de Obra Directa	\$ 19 125,00	\$ 0,25
<b>Costos Indirectos</b>		<b>\$ 78 987,01</b>	<b>\$ 1,04</b>
1	Materiales Indirectos	\$ 18 408,86	\$ 0,24
2	Mano de Obra Indirecta	\$ 2 040,00	\$ 0,03
3	Servicios Básicos	\$ 24 530,79	\$ 0,32
4	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	\$ 2 674,20	\$ 0,04
5	Mano de Obra Horas Extra	\$ 10 545,76	\$ 0,14
6	Imprevistos	\$ 20 787,40	\$ 0,27
<b>Gastos de Administración y Generales</b>		<b>\$ 8 880,00</b>	<b>\$ 0,12</b>
1	Personal	\$ 8 880,00	\$ 0,12
<b>Gastos de Ventas</b>		<b>\$ 6 960,00</b>	<b>\$ 0,09</b>
1	Personal de ventas	\$ 6 960,00	\$ 0,09
<b>Gastos Financieros</b>		<b>\$ -</b>	<b>\$ -</b>
<b>Total Costos y Gastos Anuales</b>		<b>\$ 452 375,35</b>	<b>\$ 5,94</b>

## Anexo 23: Estado de Pérdidas y Ganancias – Actual

### FLEXOFAMA

#### FAJILLAS PARA BEBIDAS

#### Estado de Pérdidas y Ganancias

<b>Ingresos</b>		<b>\$ 614 195,94</b>
Ventas	\$ 614 195,94	
Costos de Producción		\$ 436 535,35
<b>Utilidad Bruta</b>		<b>\$ 177 660,59</b>
Gastos de Operación		\$ 15 840,00
Gastos de Ventas	\$ 6 960,00	
Gastos de Administración y Generales	\$ 8 880,00	
<b>Utilidad de Operación</b>		<b>\$ 161 820,59</b>
Gastos Financieros		\$ -
<b>Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta e Imp. Empleados</b>		<b>\$ 161 820,59</b>
Impuestos Empleados	15%	\$ 24 273,09
<b>Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta</b>		<b>\$ 137 547,50</b>
Impuesto Sobre la Renta	22%	\$ 30 260,45
<b>Utilidad Neta</b>		<b>\$ 107 287,05</b>
<b>Margen de Utilidad</b>		<b>17%</b>

Q (cantidad) en kg	\$
76.202,97	614.195,94

\$ 5,94	costo unitario
---------	----------------

\$ 8,06	pv publico
---------	------------

## Anexo 24: Detalle de Costos y Gastos – Propuesta de Mejora

FLEXOFAMA		
<i>FAJILLAS PARA BEBIDAS</i>		
Costos de Producción		
Costos Directos		
Materiales Directos		
Item	Descripción	Costo Anual por Fajillas
1	Gasto Mat. Prima	\$ 318.794,79
		<b>\$ 318 794,79</b>

FLEXOFAMA				
<i>FAJILLAS PARA BEBIDAS</i>				
Costos de Producción				
Costos Directos				
Mano de Obra Directa				
Item	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	Costo Anual
1	Operarios de máquina	3	\$ 425,00	\$ 15 300,00
<b>Total Mano de Obra Directa</b>				<b>\$ 15 300,00</b>

FLEXOFAMA				
<i>FAJILLAS PARA BEBIDAS</i>				
Costos de Producción				
Costos Directos				
Mano de Obra Tiempo Extra				
Item	Categoría	Cantidad	Valor Hora Extra	Costo Anual
		Horas Extra		
1	Operarios Impresora	4	\$ 3,66	\$ 4 218,31
2	Operario Exrtusora Selladora	3	\$ 3,66	\$ 3 163,73
3	Operarario Cortes	2	\$ 3,66	\$ 2 109,15
<b>Total Mano de Obra Tiempo Extra</b>				<b>\$ 9 491,19</b>

<b>FLEXOFAMA</b>		
<b>FAJILLAS PARA BEBIDAS</b>		
<b>Costos de Producción</b>		
<b>Costos Indirectos</b>		
<b>Materiales Indirectos</b>		
Item	Descripción	Costo Anual
1	Materiales Indirectos	\$ 18 408,86
<b>Total Materiales Indirectos</b>		<b>\$ 18 408,86</b>

<b>FLEXOFAMA</b>					
<b>FAJILLAS PARA BEBIDAS</b>					
<b>Costos de Producción</b>					
<b>Costos Indirectos</b>					
<b>Mano de Obra Indirecta</b>					
Item	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	%	Costo Anual
1	Conductor	1	\$ 425,00	15%	\$ 765,00
2	Ayudante	1	\$ 425,00	25%	\$ 1.275,00
<b>Total Mano de Obra Indirecta</b>					<b>\$ 2.040,00</b>

<b>FLEXOFAMA</b>					
<b>FAJILLAS PARA BEBIDAS</b>					
<b>Costos de Producción</b>					
<b>Costos Indirectos</b>					
<b>Servicios Básicos</b>					
Item	Descripción	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario	Costo Anual
1	Energía Extrusora	KW-h	93 874	\$ 0,09	\$ 8 448,68
2	Energía Impresora	KW-h	109 793	\$ 0,09	\$ 9 881,35
3	Energía Selladora	KW-h	20 423	\$ 0,09	\$ 1 838,06
4	Energía Cortes	KW-h	21 946	\$ 0,09	\$ 1 975,10
<b>Total Servicios Básicos</b>					<b>\$ 22 143,19</b>

	kw/h	h día	% Prendida	Cant Anual
<b>Extrusora</b>	32	11	93%	93874,176
<b>Impresora</b>	65	11,5	51%	109792,8
<b>Selladora</b>	10	11,76	60%	20422,8864
<b>Cortes</b>	15	10	51%	21945,6
<b>Total día kw-h</b>				<b>246035,46</b>
<b>total \$</b>				<b>22.143,19</b>

**FLEXOFAMA****FAJILLAS PARA BEBIDAS****Costos de Producción****Costos Indirectos****Mantenimiento de Maquinaria y Equipo**

Item	Equipo	Valor Inversión	%	Costo Anual
1	Mantenimiento Extrusora	\$ 1 427,16	50%	\$ 713,58
2	Mantenimiento Impresora	\$ 1 892,08	75%	\$ 1 419,06
3	Mantenimiento Selladora	\$ 330,00	50%	\$ 165,00
4	Mantenimiento Cortadoras	\$ 468,00	42%	\$ 196,56
5	Mantenimiento Vehículo	\$ 1.200,00	15%	\$ 180,00
<b>Total Mantenimiento de Maquinaria y Equipo</b>				<b>\$ 2 674,20</b>

**FLEXOFAMA****FAJILLAS PARA BEBIDAS****Costos de Producción****Imprevistos**

Item	Descripción	Costo Anual
1	Materiales Directos	\$ 318 794,79
2	Mano de Obra Directa	\$ 15 300,00
3	Materiales Indirectos	\$ 18 408,86
4	Mano de Obra Indirecta	\$ 2 040,00
5	Servicios Básicos	\$ 22 143,19
6	Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	\$ 2 674,20
7	Mano de Obra Tiempo Extra	\$ 9 491,19
<b>Total Costos Directo e Indirectos</b>		<b>\$ 388 852,22</b>
<b>% Imprevistos</b>		<b>5%</b>
<b>Total Imprevistos</b>		<b>\$ 19 442,61</b>

**FLEXOFAMA****FAJILLAS PARA BEBIDAS****Gastos de Administración y Generales (Personal Administrativo****Personal**

Item	Categoría	Cantidad	Sueldo	%	Costo Anual
1	Diseñador	1	\$ 1 000,00	20%	\$ 2 400,00
2	Ingeniero de planta	1	\$ 1 200,00	20%	\$ 2 880,00
3	Personal Administrativo	2	\$ 1 000,00	15%	\$ 3 600,00
<b>Total Personal</b>					<b>\$ 8 880,00</b>

**FLEXOFAMA****FAJILLAS PARA BEBIDAS****Gastos de Administración y Generales (Personal Administrativo)****Personal de ventas**

Item	Categoría	Cantidad	Sueldo Mensual	%	Costo Anual
1	Vendedores	2	\$ 1 000,00	29%	\$ 6 960,00
<b>Total Personal de ventas</b>					<b>\$ 6 960,00</b>

**FORJADOS EN FRÍO ORNAMETAL****SILLAS METÁLICAS PLEGABLES****Gastos de Administración y Generales****Depreciaciones**

Item	Activo	Valor Inversión	% depreciación	Depreciación Anual
1	Máquina FLEXIPROOF	\$ 15 000,00	9%	\$ 1 300,00
<b>Total Depreciaciones</b>				<b>\$ 1 300,00</b>

**FLEXOFAMA****FAJILLAS PARA BEBIDAS****Amortización de Préstamo**

Préstamo	\$ 20.100,00
Plazo (en años)	3
Tasa de Interés Anual	12%

AÑO	1	2	3
Interés	\$ (2.412,00)	\$ (1.697,21)	\$ (896,64)
Pago Principal	\$ (5.956,61)	\$ (6.671,41)	\$ (7.471,98)
<b>Pago Anual Programado</b>	<b>\$ ( 8 368,61)</b>	<b>\$ ( 8 368,61)</b>	<b>\$ ( 8 368,61)</b>
Total Interés	\$ ( 5 005,84)		
<b>Total Deuda</b>	<b>\$ ( 25 105,84)</b>		
<b>Promedio de Gastos Financieros Anuales</b>			<b>\$ (1.668,61)</b>

## Anexo 25: Estado de Pérdidas y Ganancias – Propuesta de Mejora

### FLEXOFAMA

#### FAJILLAS PARA BEBIDAS

#### Estado de Pérdidas y Ganancias

<b>Ingresos</b>		<b>\$ 614 195,94</b>
Ventas	\$ 614 195,94	
<b>Costos de Producción</b>		<b>\$ 408 294,83</b>
<b>Utilidad Bruta</b>		<b>\$ 205 901,10</b>
Gastos de Operación		\$ 17 140,00
Gastos de Ventas	\$ 6 960,00	
Gastos de Administración y Generales	\$ 10 180,00	
<b>Utilidad de Operación</b>		<b>\$ 188 761,10</b>
Gastos Financieros		\$ 1 668,61
<b>Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta e Imp. Empleados</b>		<b>\$ 187 092,49</b>
Impuestos Empleados	15%	\$ 28 063,87
<b>Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta</b>		<b>\$ 159 028,62</b>
Impuesto Sobre la Renta	22%	\$ 34 986,30
<b>Utilidad Neta</b>		<b>\$ 124 042,32</b>
<b>Margen de Utilidad</b>		<b>20%</b>

Q (cantidad) en kg	\$
76.202,97	614.195,94

\$	5,60	costo unitario
----	------	----------------

\$	8,06	pv publico
----	------	------------

## Anexo 26: Factibilidad de la Inversión de la Propuesta de Mejora

AÑO	0	1	2	3
<b>- Inversiones Totales</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>			
+ Ventas		\$ 614.195,94	\$ 614.195,94	\$ 614.195,94
+ Ingresos por Ahorro				
<b>+ Ingresos</b>		<b>\$ 614.195,94</b>	<b>\$ 614.195,94</b>	<b>\$ 614.195,94</b>
- Costos de Producción (sin depreciaciones)		\$ (408.294,83)	\$ (408.294,83)	\$ (408.294,83)
<b>= Utilidad Bruta</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 205.901,10</b>	<b>\$ 205.901,10</b>	<b>\$ 205.901,10</b>
- Gastos de Operación		\$ (17.140,00)	\$ (17.140,00)	\$ (17.140,00)
<b>= Utilidad de Operación</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 188.761,10</b>	<b>\$ 188.761,10</b>	<b>\$ 188.761,10</b>
- Gastos Financieros		\$ (2.412,00)	\$ (1.697,21)	\$ (896,64)
<b>= Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta y Empleados</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 186.349,10</b>	<b>\$ 187.063,90</b>	<b>\$ 187.864,47</b>
- Reparto a Empleados (15%)		\$ (27.952,37)	\$ (28.059,58)	\$ (28.179,67)
<b>= Utilidad Antes de Impuesto Sobre la Renta</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 158.396,74</b>	<b>\$ 159.004,31</b>	<b>\$ 159.684,80</b>
- Impuestos Sobre la Renta (22%)		\$ (34.847,28)	\$ (34.980,95)	\$ (35.130,66)
<b>= Utilidad Neta</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 123.549,46</b>	<b>\$ 124.023,36</b>	<b>\$ 124.554,14</b>
+ Ajuste por Depreciaciones		\$ 1.300,00	\$ 1.300,00	\$ 1.300,00
- Ajuste por Abono de Capital		\$ (5.956,61)	\$ (6.671,41)	\$ (7.471,98)
- Utilidad Neta Año 0		\$ (107.287,05)	\$ (107.287,05)	\$ (107.287,05)
<b>= Flujo Neto de Efectivo (FNE)</b>	<b>\$ (20.100,00)</b>	<b>\$ 11.605,79</b>	<b>\$ 11.364,90</b>	<b>\$ 11.095,11</b>
<b>Valor Actual del FNE</b>		<b>\$ 10.317,17</b>	<b>\$ 8.981,27</b>	<b>\$ 7.794,53</b>

<b>Suma Valor Actual (VNA)</b>	<b>\$ 27.092,98</b>
<b>Valor Actual Neto (VAN)</b>	<b>\$ 6.992,98</b>
<b>Tasa Interna de Retorno (TIR)</b>	<b>32,1%</b>

TMAR = Inflación + Riesgo País	12,5%
TIN = Tasa de Inflación País	3,38%
R = Riesgo País	9,11%

### Anexo 27: Estado de Pérdidas y Ganancias – Después de Pago de Inversión

AÑO	4
+ Ventas	\$ 614.195,94
+ Ingresos por Ahorro	-
<b>+ Ingresos</b>	<b>\$ 614.195,94</b>
- Costos de Producción (sin depreciaciones)	\$ (408.294,83)
<b>= Utilidad Bruta</b>	<b>\$ 205.901,10</b>
- Gastos de Operación	\$ (15.840,00)
<b>= Utilidad de Operación</b>	<b>\$ 190.061,10</b>
- Gastos Financieros	\$ -
<b>= Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta y Empleados</b>	<b>\$ 190.061,10</b>
- Reparto a Empleados (15%)	\$ (28.509,17)
<b>= Utilidad Antes de Impuesto Sobre la Renta</b>	<b>\$ 161.551,94</b>
- Impuestos Sobre la Renta (22%)	\$ (35.541,43)
<b>= Utilidad Neta</b>	<b>\$ 126.010,51</b>

Cantidad en Kg	Ingresos
76.202,97	\$ 614.195,94

Costo Unitario	\$ 5,57
----------------	---------

PV Público	\$ 8,06
------------	---------

Capital de Trabajo	\$ 35.344,57
--------------------	--------------

<b>MARGEN DE UTILIDAD</b>	<b>21%</b>
---------------------------	------------

### Anexo 28: Estado de Pérdidas y Ganancias – Ingresos por Posible Ahorro

AÑO	4
+ Ventas	\$ 614.195,94
+ Ingresos por Ahorro	\$ 15.505,29
<b>+ Ingresos</b>	<b>\$ 629.701,23</b>
- Costos de Producción (sin depreciaciones)	\$ (408.294,83)
<b>= Utilidad Bruta</b>	<b>\$ 221.406,39</b>
- Gastos de Operación	\$ (15.840,00)
<b>= Utilidad de Operación</b>	<b>\$ 205.566,39</b>
- Gastos Financieros	\$ -
<b>= Utilidad Antes de Imp. Sobre Renta y Empleados</b>	<b>\$ 205.566,39</b>
- Reparto a Empleados (15%)	\$ (30.834,96)
<b>= Utilidad Antes de Impuesto Sobre la Renta</b>	<b>\$ 174.731,43</b>
- Impuestos Sobre la Renta (22%)	\$ (38.440,92)
<b>= Utilidad Neta</b>	<b>\$ 136.290,52</b>

Cantidad en Kg	Ingresos
76.202,97	\$ 629.701,23

<b>MARGEN DE UTILIDAD</b>	<b>22%</b>
---------------------------	------------