



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA LÍNEA DE ENLATADOS EN LA
EMPRESA SIPIA S.A.POR MEDIO DE LA METODOLOGÍA VSM.

Autor

Martín Felipe Rothenbach Gavilanes

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE LA LÍNEA DE ENLATADOS EN LA
EMPRESA SIPIA S.A.POR MEDIO DE LA METODOLOGÍA VSM.

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

Profesora Guía

Msc. Cristina Belén Viteri Sánchez

Autor

Martín Felipe Rothenbach Gavilanes

Año

2017

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.”

Cristina Belén Viteri Sánchez

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

C.I.: 171563837-3

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de titulación.”

Edison Rubén Chicaiza Salgado
Master in Business Administration
C.I.: 171032903-6

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.

Martín Felipe Rothenbach Gavilanes

CC: 172135966-7

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que fueron parte de este proceso que fue mi carrera universitaria, incluyendo a mis estimados profesores y compañeros. Todos ustedes fueron parte de mi formación y desarrollo profesional, así como de mi crecimiento personal. Agradezco a la empresa SIPIA S.A. por dejarme desarrollar mi proyecto de titulación bajo su tutelaje. Por ultimo agradezco a las personas más cercanas a mí, mi familia, mis amigos y mi novia por su apoyo y motivación.

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación va dedicado a mi papá y mamá, que todos los días se muestran incansables y tenaces y son un ejemplo a seguir. A mis profesores familia y amigos de los cuales aprendo nuevas cosas todos los días. Y sobre todo a mi mejor amiga, Camila, que me empuja a ser todos los días un poco mejor y me recuerda que se necesita ser valiente para triunfar.

RESUMEN

El siguiente proyecto de titulación se centra en el análisis del desempeño de la línea de enlatados de la empresa SIPIA S.A. mediante la implementación de la metodología del *Lean Six Sigma* llamada *VSM* o mapeo de la cadena de valor. Además de esto la investigación se enfocará en la identificación de necesidades de la línea de producción más importante dentro de la familia de enlatados que viene a ser la del Palmito. Dentro del capítulo uno de este proyecto se enfoca en plantear la problemática del tema. Se describen las actividades de la empresa y establecen los objetivos, la justificación y los alcances de la tesis. En el capítulo dos se realiza el marco teórico donde se definirán los conceptos que tengan que ver con nuestra metodología de aplicación. En este caso los conceptos y procedimientos relacionados con la herramienta *VSM*, los cuales se utilizarán como medio para elaborar el *VSM* Futuro. En el capítulo tres correspondiente al del diagnóstico se demostrará la recolección de datos y se hará un análisis inicial de las actividades que sean parte de la línea de enlatados y de la identificación primaria de aspectos como los cuellos de botella y las restricciones de cada parte del proceso. También se analizarán posibles oportunidades de mejora. En el capítulo cuatro se desarrollarán las actividades de elaboración del mapa de valor utilizando los procedimientos establecidos para su delineamiento inicial y las diferentes herramientas que facilitarán la identificación de problemas. Luego se evaluarán los datos iniciales del *VSM* y se considerarán las acciones de mejora, más la elaboración del *VSM* futuro. En la última sección del proyecto de titulación, el capítulo 5, se llegó a identificar los cuellos de botella que se presentan como principales restricciones del proceso productivo actual del palmito enlatado, y se planteó posibles soluciones para la mejora.

ABSTRACT

The following dissertation project will focus on the performance analysis of the canned palmetto line, within SIPIA's manufacturing plant. The production line activity breakdown is to be determined through the six-sigma methodology called "VSM" or value stream mapping. In addition to this, said investigation will approach the identification of the production line necessities in different stages of canned palmetto production cycle. The introductory chapter 1 will examine the preliminary study of the dissertation project and will pose the topic problematics. The business activities are to be determined and explained on a general view. Then, specific and general objectives, project justification and thesis reach are established. In the second chapter, the theoretical framework defines concepts for the different methodology, research and literature used in the application of the value stream mapping technique. In this case, the general procedures related to the use of the VSM tool, those that are used as the method for the elaboration of the value stream mapping future situation. Chapter 3 contains the initial diagnostics that will take part in the data recompilation and the primary identification of production line aspects such as bottlenecks and restrictions in each activity. Chapter 4 consists on the development of project activities like the development of the VSM using the established procedures for its fulfillment and the different tools that will enable the identification of restrictions. Up next the analysis of the initial "VSM" data recompilation and establishes possible improvement opportunities, plus the future "VSM" building. In the last section of the dissertation project, chapter 5, the bottlenecks within the canned palm production process were identified and possible solutions for improvement are proposed.

ÍNDICE

1. Capítulo I. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Descripción del Caso	2
1.2.1. Acerca de la Empresa	2
1.3. Alcance	5
1.4. Justificación	6
1.5. Objetivo General.....	7
1.6. Objetivos Específicos	7
2. Capítulo II. Marco teórico.....	9
2.1. La filosofía <i>Lean Six Sigma</i>	9
2.1.1. ¿Qué es <i>Six Sigma</i> ?	9
2.1.2. ¿Qué es <i>Lean Six Sigma</i> ?	11
2.1.3. Enfoque de la filosofía <i>Lean Six Sigma</i>	12
2.2. <i>Kaizen</i>	13
2.2.1. ¿Cómo funciona el <i>Lean Kaizen</i> ?	13
2.3. Antecedentes de la herramienta <i>VSM</i>	14
2.4. Mapa de la Cadena de Valor (<i>Value Stream Map</i>)	16
2.4.1. Propósitos y Beneficios	17
2.4.2. Desventajas	18
2.4.3. Aplicaciones en distintos campos	19
2.4.3.1. En la manufactura	19
2.4.3.2. En la Logística y Cadena de Abastecimiento	20
2.4.3.3. En ingeniería informática y desarrollo de <i>software</i>	20

2.4.3.4. En industrias de servicio	20
2.4.3.5. En medicina	20
2.4.3.6. En ciencias administrativas y la oficina	20
2.4.4. Simbología.....	21
2.4.5. Aspectos importantes para el desarrollo del <i>VSM</i>	25
2.5. Tipos de mapas	25
2.6. Familia de producto	27
2.7. Herramientas que suplementan y conforman el <i>VSM</i>	28
2.7.1. Diagrama de Flujo	28
2.7.1.1. Definición	28
2.7.1.2. Objetivo y Ventajas	28
2.7.1.3. Etapas y Reglas	29
2.7.2. Diagrama de Ishikawa	29
2.7.3. Diagrama de Espagueti	31
2.7.4. Takt Time.....	32
2.7.5. Capacidad del Sistema y Cuellos de botella.....	33
2.7.5.1 Balance de Línea	34
3. Capítulo III. Desarrollo del <i>VSM</i>	35
3.1. Diagnóstico Inicial	35
3.2. Análisis de la cadena de valor.....	36
3.2.1. Pasos para el análisis de la cadena de valor.....	36
3.2.2. Identificación inicial de los problemas en línea y causa raíz.....	40
3.2.3. Establecer familias de producto.....	45
3.2.3.1. Funciones del departamento de control de la producción	47

3.3. Reconocimiento y análisis del proceso productivo y diagrama de flujo de los productos seleccionados.....	47
3.4. Mapa de Valor Actual	62
3.4.1. Recopilación de datos para cada paso del proceso de producción	63
3.4.2. Procesos de Producción.....	63
3.4.3. Exigencias del cliente	63
3.4.4. Tiempo de trabajo.....	64
3.4.5. Información de los Procesos	65
4. Capítulo IV. Análisis de Indicadores y Resultados.....	74
4.1. Identificación de oportunidades y cálculo de variables.....	74
4.1.1. Calculo del tiempo takt.....	74
4.1.2. Calculo del Tiempo Estándar	75
4.1.3. Cálculo de la capacidad del sistema y cuellos de botella	77
4.1.4. Trazado del VSM inicial	81
4.1.5. Balanceo de línea y distribución del personal.....	82
4.1.6. Mejoras <i>Kaizen</i> y propuestas de mejora	83
4.2. VSM Futuro	86
4.2.1. Balance Futuro y Resultados.....	87
5. Conclusiones y Recomendaciones	89
5.1 Conclusiones	89
5.2 Recomendaciones.....	90
REFERENCIAS	91
ANEXOS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Organigrama SIPIA S.A.	3
<i>Figura 2.</i> Presentación Palmito “A/B”	4
<i>Figura 3.</i> Ubicación de SIPIA S.A.....	5
<i>Figura 4.</i> Distribución de la producción	6
<i>Figura 5.</i> Flujogramas de materiales e información.....	15
<i>Figura 6.</i> Ejemplo de VSM.....	17
<i>Figura 7.</i> Ejemplo de VSM actual	26
<i>Figura 8.</i> Ejemplo de VSM futuro	26
<i>Figura 9.</i> Ejemplo de diagrama de Espaguetti.....	32
<i>Figura 10.</i> Mapa de procesos.....	35
<i>Figura 11.</i> Diagrama de Ishikawa #1.....	42
<i>Figura 12.</i> Diagrama de Ishikawa #2.....	43
<i>Figura 13.</i> Diagrama de Ishikawa #3.....	44
<i>Figura 14.</i> Diagrama de flujo (Elaboración del palmito).....	48
<i>Figura 15.</i> Primer proceso de selección.	52
<i>Figura 16.</i> Separado de tipos de palmito.....	54
<i>Figura 17.</i> Transporte a gaveteado.	55
<i>Figura 18.</i> Diagrama de flujo (Elaboración del líquido de gobierno).....	57
<i>Figura 19.</i> Decantado de LQG.	59
<i>Figura 20.</i> Tapado y Sellado.	60
<i>Figura 21.</i> Esterilizado y Enfriado.....	61
<i>Figura 22.</i> Secado y Transporte.....	62
<i>Figura 23.</i> VSM actual.....	81
<i>Figura 24.</i> Icono de oportunidad de mejora.....	83
<i>Figura 25.</i> VSM actual con propuestas de mejora.....	84
<i>Figura 26:</i> VSM en estado futuro.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de simbología del VSM.....	21
Tabla 2: Tabla para la selección de familias de producto.....	27
Tabla 3: Productos de la línea de enlatados.	45
Tabla 4: Tabla de Productos vs operaciones.	45
Tabla 5: Tabla de demanda de familias de la línea de enlatados.....	46
Tabla 6: Tabla de identificación de tiempo disponible.	65
Tabla 7: Tabla de toma de tiempos y fiabilidad de la maquinaria.....	67
Tabla 8: Tabla elaborada para el cálculo del takt time.	75
Tabla 9: Tabla de Valoración de actividades y suplementos.....	76
Tabla 10: Tabla de Tiempos Estándar	77
Tabla 11: Tabla del análisis de balance.	78
Tabla 12: Comparación entre procesos con cocción y sin cocción.	79
Tabla 13: Tabla del análisis de balance actual.....	80
Tabla 14: Tabla de Oportunidades de Mejora.	85
Tabla 15: Tabla de análisis de balance futuro	87
Tabla 16: Tabla de balance futuro.....	88

1. Capítulo I. Introducción

1.1. Antecedentes

“Siempre que haya un producto o servicio para un cliente, existe una cadena de valor. El desafío consiste en verla.” (Luis Socconini 2014, p.191).

En la actualidad las empresas dedicadas a la producción de bienes y servicios, buscan maneras de afrontar las diferentes situaciones que presentan la realidad organizacional y el mercado actual en el Ecuador. Nos referimos a diferentes situaciones como los distintos retos que las empresas productoras deben superar para tener la ventaja competitiva frente a la competencia.

La carrera por el primer lugar en el mercado se libera por varios frentes definidos por las necesidades del cliente y los requisitos que dado producto o servicio deba cumplir. Alta calidad, bajos precios, buen servicio, alta fiabilidad y disponibilidad son algunas de las características que representan las cualidades que los consumidores y las empresas buscan de sus productos.

Por todas estas razones cada compañía busca la máxima calidad, productividad, costos óptimos y ganancias, por medio de diferentes metodologías de mejora. Sin embargo, una de las grandes causas de que fallen dichas metodologías enfocadas a mejorar es la falta de enfoque en cuanto al alcance que deben tener. Eso quiere decir que se ha intentado implementarlas en varias áreas de la línea productiva, sin uso de un cronograma y sin analizar las necesidades objetivas del proceso.

La habilidad para poder responder diferentes incógnitas respecto a nuestra línea de producción demuestra dominio organizacional. Incógnitas como la demanda y la capacidad de la producción, los cuellos de botella, las restricciones y

limitantes, etc. Para encontrar una respuesta a todas estas preguntas tenemos a los mapas de valor o VSM. (Socconini, 2014)

1.2. Descripción del Caso

1.2.1. Acerca de la Empresa

La empresa SIPIA S.A. es una empresa ecuatoriana que se forma en el año de 1983 en respuesta al auge petrolero que vive el país en la época, esto gracias a las facilidades que el gobierno nacional proporcionaba respecto a la inversión extranjera. La organización nace con la idea de proveer al Ecuador de alimentos de alta calidad, que satisfagan los requerimientos del público y que satisfagan las normas establecidas a nivel nacional e internacional. Entre dichas normas la empresa cuenta con certificaciones HACCP, BSC, BRC y aprobación de la FDA.

El objetivo principal de la empresa viene a ser el de garantizar la calidad en toda su cartera de productos. Todo esto basándose en estrategias ganar-ganar la cual beneficie a todas las partes interesadas de la empresa y especialmente enfocándose en los clientes. Su cartera de clientes son los supermercados dentro del Ecuador y en Europa en cuanto a exportación.

La empresa se maneja por un plan estratégico basado en la metodología de Mando Integral en un cuadro regido por 4 pilares principales. Estos pilares trabajan alrededor de las necesidades del mercado actual y buscan el crecimiento de la empresa y la mejora de la productividad. Estas directrices son:

- Ejecución y Seguimiento del plan de calidad y mejora continua
- Ejecución y control del programa de gestión de la productividad
- Aumento de la productividad y el volumen de ventas

(SIPIA S.A., 2016)

Actualmente SIPIA S.A. es una empresa que cuenta con más de 300 empleados (**Figura1**), encargados de líneas de producto para exportación y venta a nivel nacional e internacional. Dentro de la planta productiva la empresa cuenta con 4 líneas principales de producción. La primera línea de producción es la línea de varios donde se envasan todo tipo de legumbres como champiñones, pepinillos y aceitunas por nombrar algunos ejemplos.

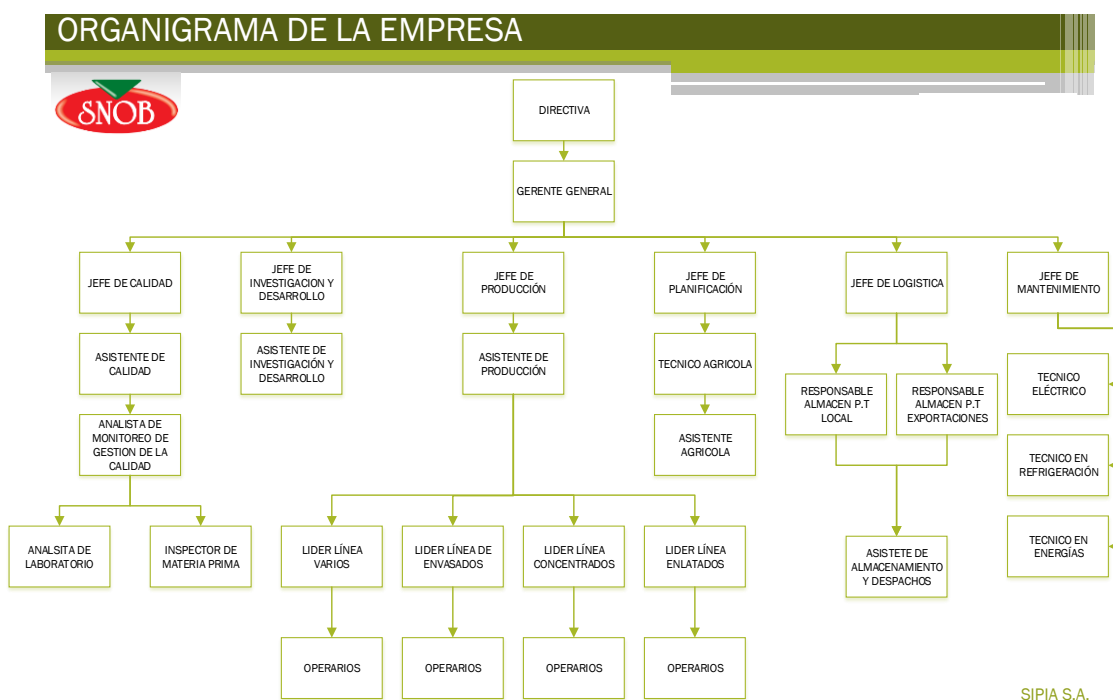


Figura 1. Organigrama SIPIA S.A.

La segunda línea es la de concentrados, en la cual se producen pulpas y mermeladas en distintas presentaciones. Luego tenemos la línea de envasados donde se producen aceites en varias presentaciones. La última y la más importante o con mayor ritmo de producción es la línea de enlatados, en la cual se producen alimentos como palmito y piña entre otros.

El proyecto de implementación del mapeo de la cadena de valor se enfocará en el proceso de elaboración del palmito enlatado (**Figura 2**). Esta familia de

derivados del palmito representa el mayor volumen de producción de toda la planta. Debido a la alta demanda del mercado, dicha familia, es aquella que marca el ritmo de la línea.



Figura 2. Presentación Palmito "A/B"
Tomado de (SIPIA S.A., s.f.)

Como explica (Socconini, 2014), el principal uso de un "Value Stream Map" es proveer de un esquema más definido y específico de los procesos de la cadena de valor. Dicha herramienta perteneciente a la metodología de manufactura esbelta permite entender el flujo y separar las actividades de valor agregado de las actividades de valor no agregado.

Dentro de la línea de enlatados encontramos:

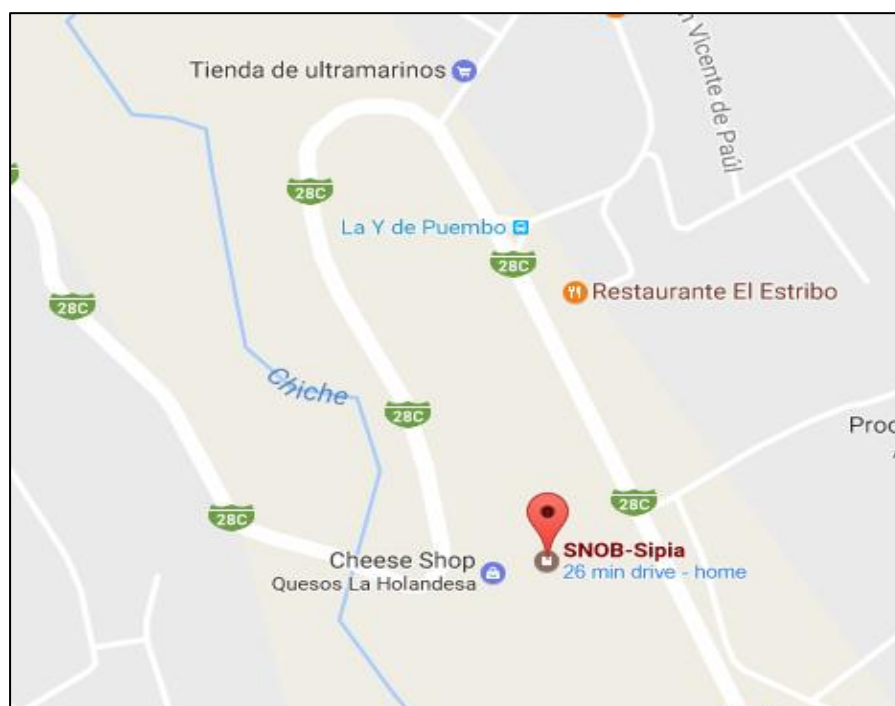
Piña y derivados (3 productos en total)

Palmito enlatado 410g:

- Palmito tipo "A" para exportación/ Palmito tipo "B" nacional
- Palmito medallones/Palmito rodajas
- Palmito mix

1.3. Alcance

En el proyecto de titulación se realizará un estudio de las actividades en la línea de enlatado de la línea de productos SNOB, por medio de la herramienta VSM. La investigación del caso de estudio será llevada a cabo dentro de la planta de producción la empresa SIPIA S.A. ubicada en el kilómetro 21 de la avenida Interoceánica, parroquia Puembo provincia de Pichincha.



*Figura 3. Ubicación de SIPIA S.A.
Tomado de Google Maps, s.f.*

Este análisis estará enfocado en la aplicación de la metodología VSM en las actividades, procesos y etapas de la línea. Así mismo en el estudio de los tiempos, movimientos, distribución de los trabajadores. Todo esto con el fin de separar las actividades de valor de los desperdicios y paras, identificando así las oportunidades de mejora. El mapeo de la cadena de valor servirá como base para las futuras actividades de mejora en dicha cadena productiva.

1.4. Justificación

La línea productiva de enlatados es fuente de varios de los productos principales de SIPIA S.A. para su clientela. Productos como las frutas en conserva (piña, durazno, mix de frutas, etc.), vegetales y verduras enlatadas, representan más del 50% de ventas para la empresa (**Figura 3**), por esto la empresa depende del funcionamiento continuo y alta fiabilidad de la línea de enlatados.

La popularidad de la misma justifica una gran demanda de producto, el cual tiene alta fluctuación en su tránsito desde el inicio al fin de la producción. Dichas fluctuaciones representan perdidas por productividad y costos generados por producto estancado en línea y disponibilidad variable.

Por esta razón el producto de enfoque en el proyecto de titulación vendrá a ser el palmito. A continuación, podemos ver el porcentaje del volumen de producción de la empresa por línea.

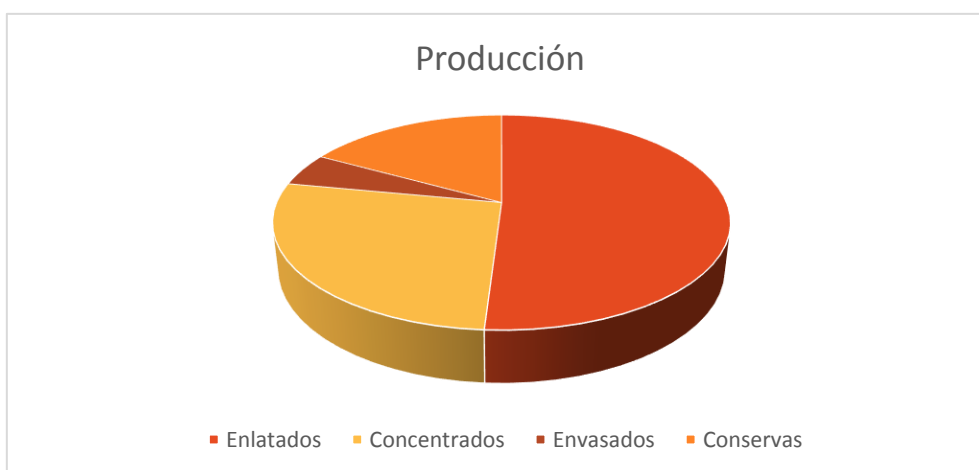


Figura 4. Distribución de la producción

Debido a que las actividades de la línea de enlatados marcan el ritmo de producción del resto de la planta, la existencia de tiempos de para y demoras no planificadas, cuellos de botella y una distribución poco óptima de los trabajadores, afecta de manera considerable a los tiempos y productividad.

Por ende, se llega a la conclusión de que la falta de un conocimiento detallado de las actividades impide la realización de posibles actividades que mejoren el proceso y también la eliminación de actividades que no agreguen valor y que sean innecesarias en la línea.

La aplicación y desarrollo del mapeo de la cadena de valor beneficiara a la productividad de la planta, nos dará un detalle visual de la cadena productiva de la línea, ayudara con la detección de oportunidades de mejora inmediatas y a largo plazo, se identificarán los desperdicios y los cuellos de botella y le dará un aspecto más claro a todas las actividades que conforman el proceso.

1.5. Objetivo General

- Elaborar un mapa de valor que optimice los procesos de la línea de enlatados mediante el análisis de los tiempos y actividades que conforman la cadena productiva.

1.6. Objetivos Específicos

- Determinar el diagnóstico inicial de la cadena productiva mediante un levantamiento de datos.
- Identificar las familias de productos y los desperdicios en los procesos productivos de las mismas con el fin de separar actividades productivas, suplementarias y mermas.

- Realizar el mapa de valor actual de la línea de enlatados determinando así excesos en el proceso y características como capacidad, disponibilidad, eficiencia y la demanda de clientes internos tanto como externos.
- Analizar las actividades en los procesos de la línea para identificar cuellos de botella y oportunidades de mejora.
- Elaborar el mapa de valor futuro con propuestas de mejora a corto y largo plazo.

2. Capítulo II. Marco teórico

A continuación, se definirán los conceptos que tengan que ver con nuestra metodología de aplicación. En este caso los conceptos y procedimientos relacionados con la herramienta VSM, los cuales se utilizarán como medio para elaborar el VSM Futuro.

2.1. La filosofía *Lean Six Sigma*

Para entender las funciones de la herramienta *VSM*, se debe hablar desde una perspectiva general. En este caso de la filosofía que hace uso de esta metodología y la complementa con muchas otras herramientas de la calidad.

Esta filosofía es conocida como *Lean Six Sigma* y en este capítulo, se desglosará el término en dos partes. La primera parte es definir que es el *six sigma* y como es utilizado por las organizaciones para su beneficio. La segunda parte es definir que es la filosofía de la manufactura esbelta *Lean*.

2.1.1. ¿Qué es *Six Sigma*?

Six Sigma es una metodología que provee a las organizaciones de varias opciones de herramientas, que sirven para mejorar la capacidad de los procesos de negocio. Este aumento en el desempeño y decrecimiento en la variación de los procesos, lleva a la reducción de defectos y mejora en aspectos como las ganancias del negocio, la moral de los empleados y la calidad de los productos o servicios, así como la satisfacción del cliente. La calidad *six sigma* es un término utilizado generalmente para indicar el nivel de control de un proceso.

Esto se representa en un cuadro de control, en el cual están representados los cambios del proceso en el tiempo (históricos). En estos gráficos de control

podemos observar límites del proceso en un rango de +/- 3 desde el centro del gráfico y requerimientos/tolerancias en un límite de +/- 6.

Se conocen de algunas definiciones para el termino *six sigma* pero siempre hay constantes compartidas como:

- El uso de equipos, a los cuales se les asignan proyectos bien definidos que tienen un impacto directo en la base de la organización.
- Entrenamiento en “pensamiento estadístico” en todos los niveles, y la capacitación de personal clave en administración de proyectos y estadística avanzada. Estas personas singulares clave son llamadas “*Black Belt*”.
- Énfasis en la metodología *DMAIC* para la resolución de problemas: definir, medir, analizar, mejorar y controlar.
- Un entorno gerencial que de soporte a estas iniciativas como una estrategia de negocio.

Sin embargo, también podemos encontrar opiniones divergentes respecto al *six sigma*:

- Filosofía: La perspectiva filosófica que considera a todos los procesos de trabajo que puedan ser definidos, medidos, analizados, mejorados y controlados. Los procesos requieren entradas (x) y producen salidas (y). Si se controlan las entradas, se controlarán las salidas. Esto se expresa generalmente como $y = f(x)$.
- Herramientas: Un experto en *six sigma* utiliza técnicas cualitativas y cuantitativas para llevar a cabo la mejora. Entre algunas de estas herramientas encontramos control de procesos estadístico (*SPC*), gráficos de control, modo de fallo y efecto y mapeo de la cadena de valor. A pesar de tener una idea de las herramientas utilizadas, los expertos en *six sigma* están de acuerdo en cuales exactamente son las herramientas

fijas para la aplicación, debido a la gran flexibilidad a la hora de implementar planes de mejora.

- Metodología: Este ámbito identifica al DMAIC como aquella metodología que define los pasos de las seis sigmas, empezando por la identificación del problema y terminando en la implementación de soluciones a largo plazo. Mientras que esta no es la única metodología aceptada para la implementación de *six sigma*, es la más adaptada y reconocida.

2.1.2. ¿Qué es *Lean Six Sigma*?

“*Lean Six Sigma* es una filosofía basada en hechos y datos, enfocada en el mejoramiento, la cual valora la prevención de defectos sobre la detección de defectos. Aumenta la satisfacción del cliente y el cumplimiento de objetivos por medio de la reducción de la variación, desperdicios y tiempos de ciclo, a medida que promueve el uso de la estandarización del trabajo y flujos, así creando ventajas competitivas. Esta es aplicable en cualquier lugar donde exista variación y desperdicio y todos los empleados deberían ser incluidos. “

(Kubiak & Benbow, 2009, p 6-7)

El deslinde entre el *six sigma* y *lean* se ha borrado. Se escuchan términos como *lean six sigma* con mayor frecuencia debido a que la mejora de procesos requiere aspectos de ambos enfoques para sostener resultados positivos.

La filosofía *six sigma* se enfoca en la reducción de la variación en los procesos y aumentar el control de los mismos, mientras que *lean* se encarga de eliminar desperdicios y aspectos que no agregan valor. La primera utiliza herramientas estadísticas mientras que la segunda utiliza herramientas menos técnicas como el *Kaizen*.

Estas metodologías se combinan efectivamente por su búsqueda de la satisfacción del cliente. Ambas buscan dar innovación, calidad, el menor costo,

los mejores atributos, y en general el mejor trato al cliente. *Lean* es velocidad y *Six Sigma* es calidad.

La utilización más provechosa de la integración de ambos enfoques, empieza con *Lean*, haciendo el área de trabajo lo más eficiente y eficaz posible, reduciendo desperdicios y utilizando *VSM* para mejorar el entendimiento del *throughput*. Y cuando se requiere una aproximación más técnica es donde entra el seis sigma.

(Kubiak & Benbow, 2009)

2.1.3. Enfoque de la filosofía *Lean Six Sigma*

Hoy en día la empresa promedio presenta problemas como:

- Falta de agilidad en la logística de sus servicios.
- Constante entrada de reclamos y devoluciones.
- Inconsistencia en la calidad.
- Mal trato a los clientes y proveedores.
- Altos costos y precios.
- Mala comunicación entre áreas de la producción.

El enfoque *lean six sigma* dice que estos problemas están destinados a desaparecer y que ahora las empresas exitosas se caracterizan por su velocidad en la resolución de tareas en lugar de su tamaño y la cantidad de producto elaborado.

Se puede resumir que lo que se busca es producir más con menos.

Mayor: flujo de caja, liquidez, satisfacción del cliente, calidad, productividad.

Menor: desperdicio, espacio, inventario, defectos, costo, tiempo.

Pero para que una empresa que busca aplicar la filosofía y mejorar sus productos o servicios, primero debe identificar sus limitantes de la productividad, o diferentes tipos de desperdicios los cuales son conocidos como:

Muri o Sobrecarga: Cuellos de botella, o exceder la capacidad.

Mura o Variabilidad: Todos los aspectos que llevan a una falla.

Muda o Desperdicio: Perdida de dinero o recursos innecesaria.

(Socconini, 2011)

2.2. Kaizen

Kaizen es una herramienta de la manufactura esbelta que mejora la calidad, productividad, seguridad y cultura del trabajo. *Kaizen* se enfoca en aplicar cambios pequeños diariamente con el fin de llegar a mejoras significativas en un periodo de tiempo. Y a diferencia de varias otras técnicas, la fortaleza principal del *Kaizen* viene en la inclusión de todos los trabajadores, desde el gerente general hasta el asistente de limpieza, y los guía a un objetivo que beneficie a toda la empresa.

Esta herramienta surge durante el esfuerzo realizado en la reconstrucción de Japón después de la segunda guerra mundial. En ese entonces, varios consultores empresariales de los Estados Unidos colaboraron con compañías japonesas para mejorar la manufactura. La colaboración resulto en el desarrollo de varias técnicas administrativas, una de las cuales era *Kaizen*. Esta proviene de dos palabras japonesas: *Kai* (mejoramiento) y *Zen* (buen). A lo largo de los años, se llegó a conocer mundialmente como mejora continua.

2.2.1. ¿Cómo funciona el *Lean Kaizen*?

Lo que hace el *Kaizen* en una línea productiva es reducir el desperdicio (*muda*) y eliminar procesos de trabajo que exceden la capacidad de la línea (*muri*). Como

una práctica de la manufactura esbelta, la herramienta *Kaizen* funciona cuando todos los empleados buscan áreas para mejorar y proveen de sugerencias basadas en sus observaciones y experiencia.

Desde el principio del evento *Kaizen*, debe quedar en claro que todas las sugerencias por parte de los colaboradores de todo nivel son bienvenidas y que no habrá consecuencias negativas al momento de participar. Los colaboradores son premiados por cambios que puedan mejorar al área de trabajo y así se sube la moral de la fuerza laboral de la compañía.

Para la primera implementación de un evento *Kaizen* hay varios aspectos que se deben tomar en cuenta:

- Entrenamiento del personal-
- Soporte del plan por parte de la gerencia.
- Utilización de ideas por medio de la facilitación de la comunicación.
- Empoderamiento.
- Remoción de barreras de trabajo.

A parte de esto la herramienta *Kaizen* nos provee de un principio simple: buscar como las cosas pueden ser mejoradas, mejorarlas y luego repetir el ciclo una y otra vez hasta reducir los desperdicios al máximo. Para esto se pueden utilizar distintas herramientas complementarias como el ciclo PHVA, Kanban, 5s y TPM. (Anderson, 2010)

2.3. Antecedentes de la herramienta VSM

Según Mike Rother los orígenes de la herramienta del “mapa de la cadena de valor” moderna, se remontan a los años 1993. En el libro “*Learning to See*” (Rother, 2003), Rother describe al VSM como una pequeña herramienta conocida en Toyota como un “mapeo del flujo de materiales e información” pero,

a pesar de sus similitudes, esta herramienta no se podía considerar como uno de los VSM que conocemos en la actualidad.

A pesar de las fuentes aparentemente recientes al respecto de su origen, los mapas de valor pueden ser más antiguos de lo que se creía originalmente. Existen ejemplos de diagramas como el que podemos ver a continuación (**Figura 5**), los cuales muestran flujos de diagramas e información en un libro llamado “*Installing Efficiency Methods*”, por Charles E. Knoeppel que data del año 1918.

Luego este tipo de diagrama se vio asociado con el famoso “*Toyota Production System*” y el movimiento de manufactura esbelta que empezaban a darse a conocer en la época. A pesar de que este era llamado “mapeo del flujo de materiales e información” o “mapeo de los procesos” entre otros nombres, este no era llamado “mapeo de la cadena de valor”. (Monden, 2011)

Entre los individuales más a menudo considerados los creadores del TPS (*Toyota Production System*) en los años cincuenta tenemos a: Shigeo Shingo (1909-1990), patrón de la ingeniería industrial y consultor para Toyota en la época; Taiichi Ohno, Kiichiro Toyoda y Eiji Toyoda.

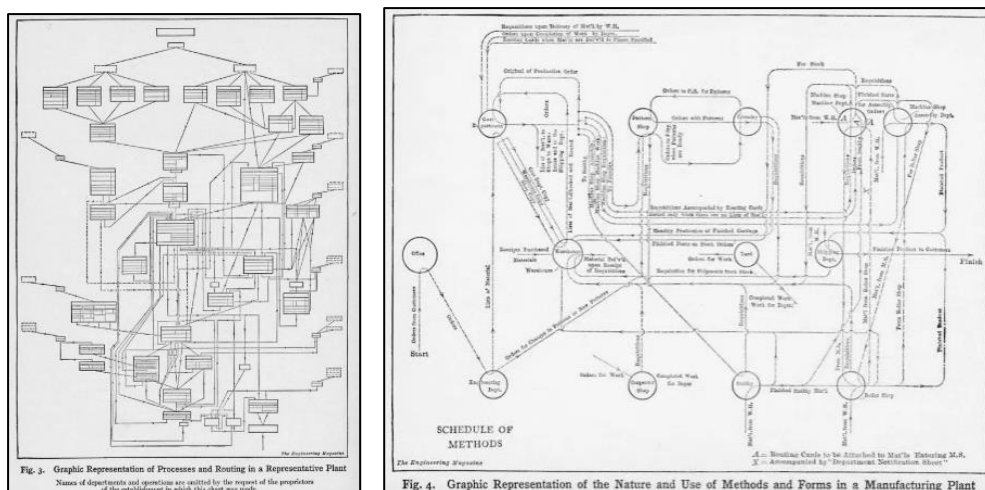


Figura 5. Flujogramas de materiales e información.
Tomado de (*Installing Efficiency Methods*, 1918, p.45)

Para los años noventa, mientras los métodos de producción de la manufactura esbelta ganaban acogida a nivel mundial, el término “mapa de la cadena de valor” comenzó a hacerse común entre los expertos del *Lean Manufacturing*. Así el *VSM* se hizo una herramienta popular aplicable en la metodología *Six Sigma*.

Ambas metodologías utilizan al *VSM* como una herramienta para la identificación y eliminación de desperdicio para crear el sistema más eficiente posible. Mientras Lean se enfoca en las actividades de valor no agregado, la metodología Six Sigma busca más encontrar los errores y desperdicios por variabilidad. Ambas han sido exitosas en la utilización de las herramientas lean por lo que en la actualidad se conoce a la metodología como “*Lean Six Sigma*”.

2.4. Mapa de la Cadena de Valor (*Value Stream Map*)

El mapeo de la cadena de valor tiene que ver con la esquematización o representación de toda actividad o proceso requerido para la elaboración y venta de un producto. Habla de las actividades que son parte fundamental de los procesos (las que le dan valor al producto) y las que no le dan valor agregado.

El análisis abarca gran parte de la *supply chain*, desde la recepción de materia prima hasta la salida del producto y posterior adquisición por parte de los clientes.

Como especifican (Martin y Osterling ,2014), cuando nos referimos a la herramienta del mapeo de la cadena de valor, nos referimos a un método de grafico del flujograma de un proceso, que busca ilustrar, analizar y mejorar los pasos requeridos para llegar a la etapa final de un producto o servicio.

Considerado una parte clave en la metodología *Lean Six Sigma*, como con otros tipos de diagramas de flujo, usa un sistema de símbolos con el fin de expresar las tareas, materiales e información (**Figura 6**). El *VSM* es especialmente útil en

identificar y eliminar las mudas. Cada ítem es identificado en el mapa como una actividad que agrega o no agrega valor al producto desde el punto de vista del cliente.

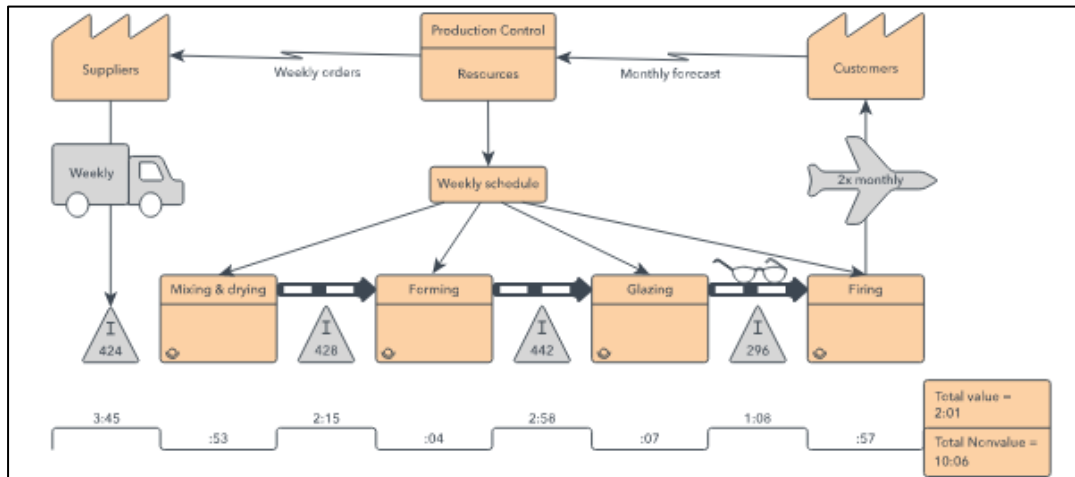


Figura 6. Ejemplo de VSM

Tomado de (*The complete lean enterprise: value stream mapping for administrative and office processes.*, 2004, p. 60)

Es importante tomar en cuenta que los clientes, ya sean externos o internos, consideran importante el valor del producto o servicio, no el esfuerzo que tomo o el valor que fluye hacia otros clientes. El VSM mantiene ese enfoque. Un proceso típico es graficar el estado actual y luego diseñar un estado futuro que sea una mejora sobre el anterior. Se puede empezar por dibujar a mano los procesos actuales y luego moverse a un *software* para mejor comunicación, análisis y colaboración. (Rother, 2003)

2.4.1. Propósitos y Beneficios

El “mapeo de la cadena de valor” es un poderoso método para deshacerse de desperdicio en cualquier tipo de proceso, no solo en la manufactura. Se detalla cada proceso significativo paso a paso y se evalúa si está añadiendo valor o no

desde la perspectiva del cliente. Esta manera de ver el proceso mantiene el análisis en donde es más objetivo y permitirá a la empresa que lo utilice, ser más competitiva en el mercado. Además de esto el VSM nos proporciona medios para la mejora continua y no solo identifica el desperdicio, sino la causa del mismo. (Socconini, 2014)

El mapeo de la cadena de valor, igualmente bueno que, con otras representaciones visuales, sirve como un efectivo canal de comunicación, colaboración e incluso un cambio en la cultura de la empresa. Los superiores encargados de la toma de decisiones pueden visualizar claramente el estado actual del proceso y puntos exactos donde hay oportunidades de mejora. Estas oportunidades pueden ser identificadas inicialmente como demoras del proceso, tiempos muertos excesivos, restricciones y problemas de inventario. Y con el estado futuro pueden ver precisamente como mejorar. (Socconini, 2014)

A pesar de que lo típico es que el VSM sirve para eliminar mudas, también puede verse de la perspectiva de agregar valor. Rother menciona en su manual que después de todo esta es la perspectiva o el interés principal del cliente. Eliminar las mudas significa que al final se está agregando valor, a menos precio y a mejor calidad. (Rother, 2003).

2.4.2. Desventajas

A pesar de ser considerado lo más básico y elemental de los métodos Lean, la metodología VSM normalmente requiere una inversión sustancial de elemento humano y tiempo para ser desarrollado, y de no ser aplicado eficazmente, puede convertirse en una muda.

Otra de las razones por las que puede considerarse una desventaja es que requiere competencias mínimas de los miembros del equipo que llevara a cabo la implementación de la metodología. Esto debido a que la organización y

aplicación del VSM puede llevar de días a meses dependiendo de la complejidad de los procesos, por lo que el personal debe estar capacitado respecto al tema. (Socconini, 2014)

2.4.3. Aplicaciones en distintos campos

Es conocido que la metodología VSM es aplicable en el área de manufactura y en el área de servicios, pero entre sus otras aplicaciones podemos encontrar varios tipos de industria y estilos diferentes en los que se aplica. Cada una de las industrias busca adaptar su mapa de la cadena de valor a sus necesidades finales, con el fin de dar satisfacción al cliente, desde medicina hasta diseño de software. (Villaseñor y Galindo, 2007)

En el mapeo de la cadena de valor, los ítems de proceso que se mueven en el flujograma son determinados por el campo, por ejemplo:

- En el campo industrial y de manufactura, los ítems son los materiales o la materia prima utilizada.
- En el campo del diseño y desarrollo, los diseños son los ítems.
- En el campo de los servicios, las necesidades de los clientes externos vienen a ser los ítems.
- En el campo de la administración, las necesidades del cliente interno son los ítems.

2.4.3.1. En la manufactura

Se utiliza en la manufactura para encontrar desperdicios o mudas en procesos de producción, analizando cada paso que la materia prima cursa por el flujo y como es manipulada junto con la información. Aquí es donde la metodología *Lean* de Toyota tuvo sus inicios en los años 50, y los métodos Lean Six Sigma y VSM se mantienen como la clave para la manufactura por todo el mundo.

2.4.3.2. En la Logística y Cadena de Abastecimiento

En cuanto a un VSM implementado en logística y cadena de abastecimiento, su uso principal se puede encontrar en la identificación y eliminación de desperdicios y demoras costosas, en varios de los puntos de la *supply chain* hasta el producto terminado.

2.4.3.3. En ingeniería informática y desarrollo de *software*

Los usos del VSM en la ingeniería informática vienen a ser la identificación de ineficiencias en el proceso de desarrollo de *software*, desde la cuna hasta implementación, incluyendo reingenierías y revisiones de retroalimentación. A pesar de que algunos críticos cuestionan la utilidad del VSM en un entorno ágil como el de desarrollo de *software*, otros encuentran muy útil sus ventajas como la reducción del tiempo entre pasos de desarrollo o la reducción de casos donde se necesita una reingeniería o cambiar el código de algún programa.

2.4.3.4. En industrias de servicio

Para mejorar el valor del servicio y encontrar desperdicios dentro de las actividades requeridas para brindar un servicio a cualquier cliente externo.

2.4.3.5. En medicina

Para mejorar los pasos requeridos para tratar a los pacientes, de una manera que sea más efectiva y eficiente, que reduzca los tiempos, que sea eficiente en cuanto a costos y que tenga la mejor calidad posible.

2.4.3.6. En ciencias administrativas y la oficina

Dentro de la administración el VSM sirve para mejorar el servicio suministrado en un negocio a los clientes internos o los empleados. (Villaseñor y Galindo, 2007)


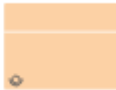
2.4.4. Simbología


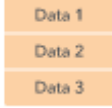




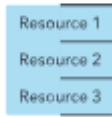


Los símbolos del VSM varían de acuerdo al área de utilización y a las necesidades. Se los puede dividir en las siguientes cuatro categorías:

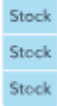

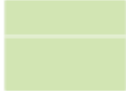





- Proceso
- Material
- Información
- General








Estos símbolos pueden resultar un tanto complicados al momento de desarrollar el mapeo, pero buscan ser lo más prácticos que sea posible como la utilización de un icono de un camión para transporte externo y gafas para demostrar que existe algo por analizar. (Socconini, 2014). En la siguiente tabla podemos denotar los símbolos más utilizados en la cadena de valor.




Tabla 1.
Tabla de simbología del VSM

Simbología VSM		
Símbolo	Nombre	Proceso
Símbolos de proceso		
	Cliente/Proveedor	Representa al cliente en la parte superior derecha o al proveedor en la parte superior izquierda.
	Flujo de proceso fijo	Flujo de actividades fijo en un área o departamento.

	Proceso compartido	Un proceso compartido en otras secciones del VSM.
	Caja de datos	Información al respecto del paso del proceso: tiempo de ciclo, etc.
	Célula de Trabajo	Indica que múltiples procesos están siendo integrados en un proceso de manufactura
Símbolos de materiales		
	Inventario	Inventario entre dos procesos.
	Entregas	Movimiento de materia prima desde los proveedores a la planta y luego a los clientes.
	Flecha de empuje	Material que entra de un proceso al siguiente.
	Supermercado	Inventario llamado “supermercado” (también llamado punto de inventario Kanban)
	Retiro de material	Remoción de materiales en un inventario a procesos río abajo.
	Carril FIFO	Primero que entra- Primero que sale (Inventario).

	Stock de seguridad	Inventario “colchón” a prueba de problemas en la producción.
	Carga externa	Cargamento de proveedores o para clientes.
Símbolos de información		
	Control de la producción	Cronograma central de la producción u operación de control.
	Información en Manual	Muestra el flujo general de información .
	Información electrónica	Internet, EDI, WAN, LAN o intranet.
	<i>Kanban</i> de producción	Activa la producción de un numero predeterminado de piezas.
	<i>Kanban</i> de recolección	Un aparato o tarjeta que informa al operario que traslade piezas del stock a un proceso de recepción.
	<i>Kanban</i> de señalización	Utilizado cuando los niveles de inventario entre dos procesos bajan a un punto mínimo.

	Puesto <i>Kanban</i>	Un sitio donde el <i>Kanban</i> señala recolección.
	Jalado Secuencial	Da órdenes a procesos de sub ensamble de que produzcan producto sin utilizar el inventario.
	Igualado de carga	Una herramienta que agrupa Kanbans para igualar el volumen de producción.
	MRP/ERP	Cronograma utilizando un ERP o un MRP o cualquier sistema de control.
	Observar	Obtener información por medio de la observación.
	Información verbal	Información verbal o personal.
Símbolos Generales		
	Mejora <i>Kaizen</i> /Idea de mejora	Símbolo que representa mejora necesaria para llegar al estado futuro del VSM

	Operador	Numero de operarios requeridos en una estación de trabajo
	Otro	Otra información adicional.
	Línea de Tiempo	Muestra los tiempos de ciclo y los tiempos de espera o parada.

Adaptado de (*Learning to See. ,2003, p. 30-34*)

2.4.5. Aspectos importantes para el desarrollo del VSM

- 1) Experimentar directamente el proceso a definir. No es aconsejable basarse en entrevistas y visiones a veces sesgadas del proceso productivo.
- 2) Dibujar el mapa inicial a mano.
- 3) Repetir el recorrido del proceso.
- 4) Hacerlo en reversa las veces que sea necesario con el fin de llegar a conclusiones más exactas.
- 5) Aplicar la técnica de los 5 porque con el fin de llegar a una conclusión un poco más exacta.

2.5. Tipos de mapas.

-Mapa Actual:

El mapa de valor actual es un punto el cual sirve como referencia para determinar que partes del proceso tienen excesos y desperdicios. En dicho mapa se pueden ver los inventarios en cada parte del proceso y la información al respecto de tiempos, capacidad, eficacia y eficiencia, más la disponibilidad. A más de esto

arroja datos sobre el cliente, más específicamente la demanda por periodo y los flujos de información entre partes. (Figura 8)

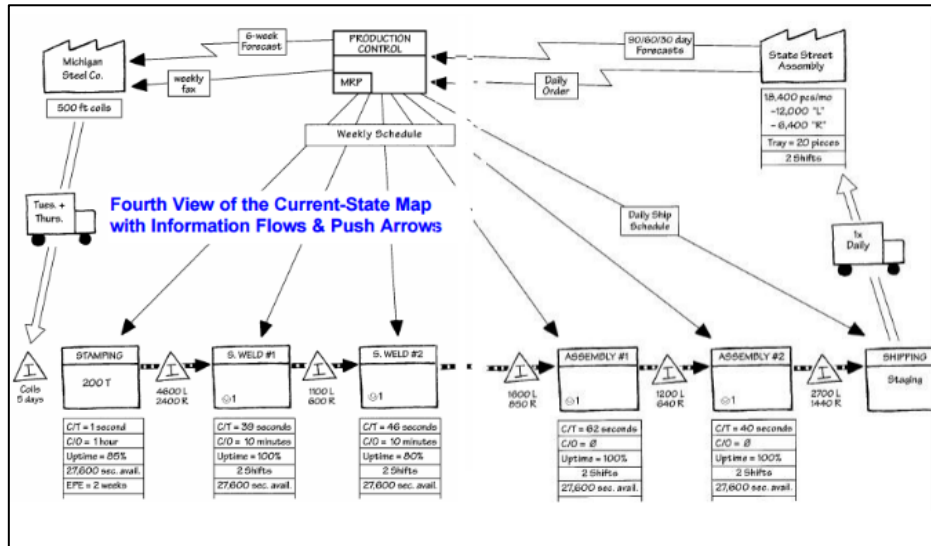


Figura 7. Ejemplo de VSM actual
Tomado de (Learning to See ,2003, p. 42)

Mapa Futuro:

El mapa de valor futuro es un hipotético de la mejor manera en la que se podría redistribuir nuestros procesos. Lo que quiere decir soluciones a corto plazo para las operaciones “quick wins”. Este presenta una porción de el plan de acción para la implementación de otras herramientas de la manufactura esbelta.

(Figura 8)

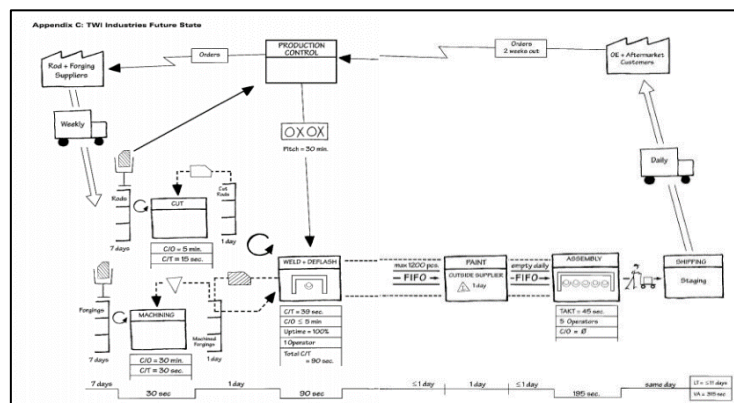


Figura 8. Ejemplo de VSM futuro
Tomado de (Learning to See, 2003, p. 134)

2.7. Herramientas que suplementan y conforman el VSM

2.7.1. Diagrama de Flujo

2.7.1.1. Definición

Se define al diagrama de flujo como una forma gráfica de representar una sucesión de procesos o de actividades simples. Su función principal es la de interpretar información de manera que se desglosen los procesos y sean fácilmente entendibles por el lector. Un diagrama de flujo puede estar basado en cualquier tipo de proceso físico o en cualquier servicio, y puede diferenciar las áreas de los mismos desde los macro procesos a los micro procesos. Por esto se los considera primordiales en el manejo administrativo de las empresas.

Estos pueden ser considerados la base para la elaboración del VSM, puesto que definen, formulan, analizan y pueden llegar a servir como un punto de inicio para la identificación y solución de un problema.

2.7.1.2. Objetivo y Ventajas

Un diagrama de flujo tiene como objetivo la representación gráfica de los pasos de un proceso y de qué manera estos pasos interactúan unos entre otros para poder entender cómo funciona el proceso en sí. Es de suma importancia para solución de problemas, información al respecto de los clientes externos e internos, etc.

Entre sus ventajas podemos encontrar:

- Facilitan el entendimiento de cualquier tipo de actividad.
- Ayudan en la búsqueda de mejoras y oportunidades.
- Permite la integración de la empresa en el proceso.

- Mejora la comunicación entre personas y departamentos de la organización.
- Ayuda a que la gente conozca los procesos y piense de la misma manera, lo que lleva a que los empleados a tener un sentimiento de responsabilidad e integración en la empresa.

2.7.1.3. Etapas y Reglas

Como etapas de su desarrollo tenemos:

- Definición del proceso y alcance
- Representación de los pasos y su relación
- Documentación de los pasos y de la información de cada uno de ellos (responsables y clientes)
- Proporciona un punto de vista diferente a los conocidos
- Da paso a posibles nuevas etapas del proceso que favorezcan al estado actual de la empresa.

Para el desarrollo de un flujograma se recomienda:

- El uso de símbolos básicos universales, con el fin de su fácil entendimiento.
- Comparar el diagrama antiguo con el nuevo en caso de que se elabore una actualización de los procesos.
- El análisis de las posibles situaciones en caso de el cambio de un eslabón en el proceso.

2.7.2. Diagrama de Ishikawa

Un diagrama de espina de pescado, también llamado diagrama de causa y efecto o diagrama de *Ishikawa*, es una herramienta de visualización para la

categorización de potenciales causas de un problema, con el fin de identificar sus causas raíces.

El Dr. Kaoru Ishikawa, un experto del control de calidad, es considerado el inventor del diagrama de espina de pescado. El mismo elaboro este diagrama con el fin de ayudar a los empleados evitar soluciones que solo sean correctivas y momentáneas.

Un diagrama de espina de pescado es útil al hacer sesiones de lluvia de ideas para un enfoque mejorado en los debates. Una vez que el grupo ha hecho una lluvia de ideas respecto a todas las causas posibles de un problema, el facilitador ayuda al grupo a clasificar las causas potenciales de acuerdo a su nivel de importancia y jerarquía en el diagrama. El diseño del diagrama se ve como un esqueleto de un pez por lo que se le denomina con el nombre de espina de pescado.

Estos diagramas son típicamente trabajados de derecha a izquierda, sabiendo que cada “hueso” largo del pez incluye brazos más pequeños con detalles sobre el problema.

Estos diagramas son utilizados en la etapa del análisis de las metodologías del *Lean Six Sigma*.

¿Cómo se crean un diagrama de Ishikawa?:

- Se empieza por la cabeza la cual contiene al problema específico a ser estudiado
- Se dibuja la columna del pez la cual será el soporte para las potenciales causas generales y específicas del problema.

- Alrededor de estas 4 o más espinas de pescado principales se debe hacer una lluvia de ideas que pueden contribuir a la causa del porqué del problema.
- Se pueden utilizar técnicas suplementarias como los 5 porque u otro método de determinación de problemas como las 4p.
- Se continúa desglosando cada causa hasta que la causa raíz haya sido identificada. (Gwiazda, 2006)

2.7.3. Diagrama de Espagueti

Un diagrama de Espagueti es una representación visual que utiliza una línea continua, la cual marca el camino de un ítem o actividad a través de un proceso. La línea continua de flujo permite a los equipos de cada proceso identificar redundancias en el flujo de trabajo y oportunidades de acelerar la velocidad del proceso.

El diagrama en la **Figura 9** refleja un estudio desarrollado por una oficina administrativa de un departamento de salud, en el área de despacho de insumos médicos y farmacos. El objetivo del estudio era identificar maneras de acortar las distancias recorridas de una actividad a otra, en cuanto a tareas frecuentes.

Otro de los beneficios de la representación visual es denotar puntos de intersección significativos en el área de trabajo. Las áreas donde la mayor cantidad de rutas donde se camina se cortan son las causas de la demora. La espera es uno de los ocho desperdicios de la metodología Lean, ya que es un movimiento (o falta del mismo) innecesario. (Bialek, Duffy & Moran, 2009)

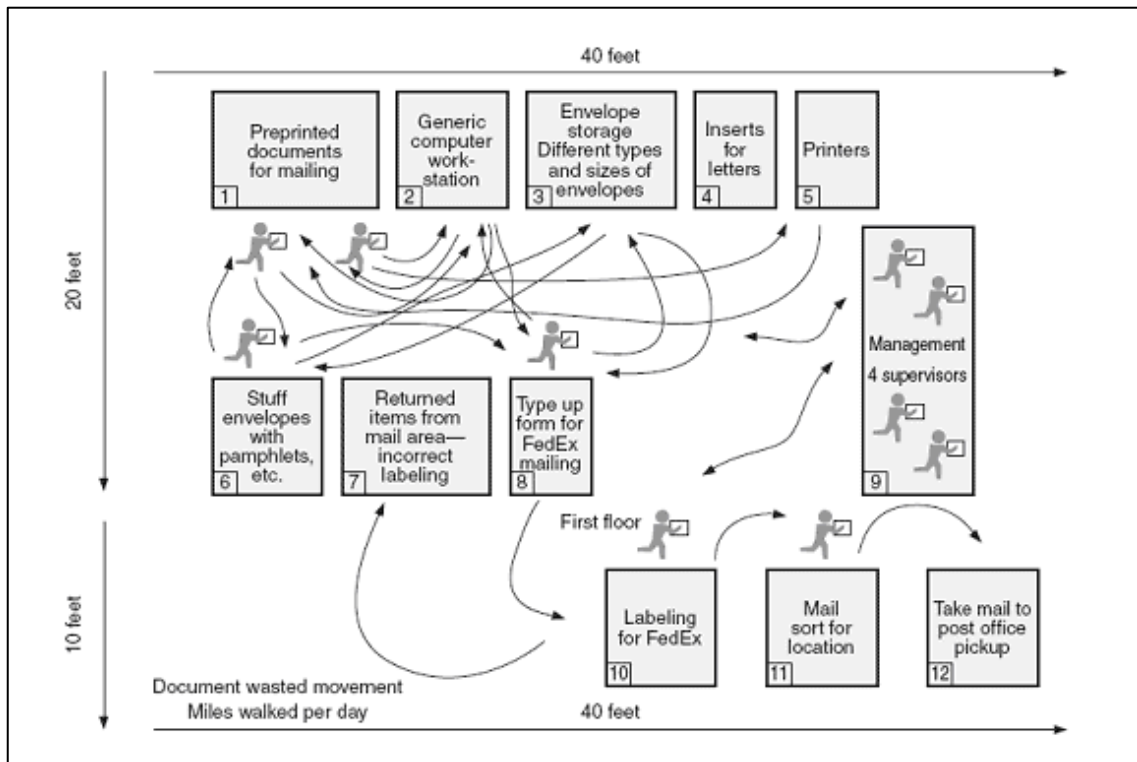


Figura 9. Ejemplo de diagrama de Espaguetti.

Tomado de (*The Public Health Quality Improvement Handbook* , 2009, p. 220)

2.7.4. Takt Time

El término *Takt* viene del alemán y se refiere a la batuta con la que un director de orquesta regula el tempo de la música. *Takt time* puede ser considerado como un ritmo medible. En la metodología *Lean Six Sigma*, el takt time es el ritmo al cual un producto terminado necesita ser completado para que pueda cumplir con la demanda del cliente. Si una compañía tiene un tiempo *takt* de 5 minutos, significa que cada 5 minutos una unidad de producto terminado, ya sea producido por ensamble o fabricado, deberá ser completado cada 5 minutos ya que en promedio el cliente compra dicho producto terminado a ese ritmo. El ritmo de venta, cada dos horas, dos días o dos semanas, es el *takt time*.

Descrito matemáticamente, el tiempo *takt* se expresa como:

$$T = \frac{T_a}{D} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde T es el tiempo *takt*, T_a es el tiempo de trabajo disponible para la producción y D la demanda del cliente (o la cantidad de unidades requeridas por unidad de tiempo)

Cabe recalcar que el tiempo disponible para la producción debería reflejar el número total de horas (sea esa la unidad de tiempo utilizada) que los operarios trabajan menos el tiempo de descansos o reuniones. Las unidades de producción requeridas es una medida de demanda del cliente en cuanto a cuantos productos se espera que el cliente compre en un periodo de tiempo determinado. Ese periodo de tiempo debe ser consistente entre las dos variables de la ecuación del *takt time*. (ej. Por hora o por día)

Por ejemplo, una fábrica opera a 1000 minutos al día, la demanda del cliente es 500 unidades al día. Entonces el tiempo *takt* es:

$$1000/500=2 \text{ minutos}$$

(Socconini, 2014)

2.7.5. Capacidad del Sistema y Cuellos de botella

Según (Socconini, 2014) La capacidad del sistema se considera como la velocidad máxima a la que un proceso puede funcionar y está delimitada o restringida por el proceso más lento dentro de un proceso productivo.

- La capacidad de todo proceso puede ser calculada por:

- La velocidad más lenta en una actividad de un proceso.
- El tiempo total disponible del proceso.

La fórmula es la siguiente:

$$\text{Capacidad} = \text{Tiempo disponible} / \text{Tiempo más lento} \quad \text{(Ecuación 2)}$$

2.7.5.1 Balance de Línea

El balance de línea es la nivelación de la carga de trabajo a través de todos los procesos en una célula de trabajo o un flujo de valor. Tiene el fin de eliminar cuellos de botella y el exceso de capacidad. Una restricción ralentiza el proceso y resulta en una baja en la productividad del proceso.

Para ser exacto se utiliza el balance de línea para corregir la incorrecta distribución de trabajadores en una cadena productiva, siempre y cuando sea un caso de incorrecta cantidad de trabajadores en un proceso que no los necesita y no una falla en las capacidades de dichos colaboradores.

Para el cálculo de los trabajadores requeridos en un proceso tenemos:

$$\text{Sumatoria de tiempos de proceso/takt time} = \text{número de operadores necesarios por proceso.} \quad \text{(Ecuación 3) (Socconini, 2014)}$$

3. Capítulo III. Desarrollo del VSM

3.1. Diagnóstico Inicial:

En el capítulo de diagnóstico se demostrará la recolección de datos y se hará un análisis inicial de las actividades que sean parte de la línea de enlatados y de la identificación primaria de aspectos como la familia de producto a investigar, los cuellos de botella y las restricciones de cada parte del proceso. También se analizarán posibles oportunidades de mejora.

En el estudio de la empresa, mediante el desarrollo del VSM, se pudo determinar el mapa de procesos para las actividades de la línea de enlatados. Aquí podemos observar los procesos estratégicos, los cuales están orientados a la mejora continua y el aseguramiento de la calidad de los productos de la línea. Todos los procesos claves que involucran transformación de la materia y la relación con clientes internos y externos. Y por último los procesos de soporte que son aquellos que gestionan actividades vitales para la continuidad del proceso.

(Figura 10/ Anexo 1)

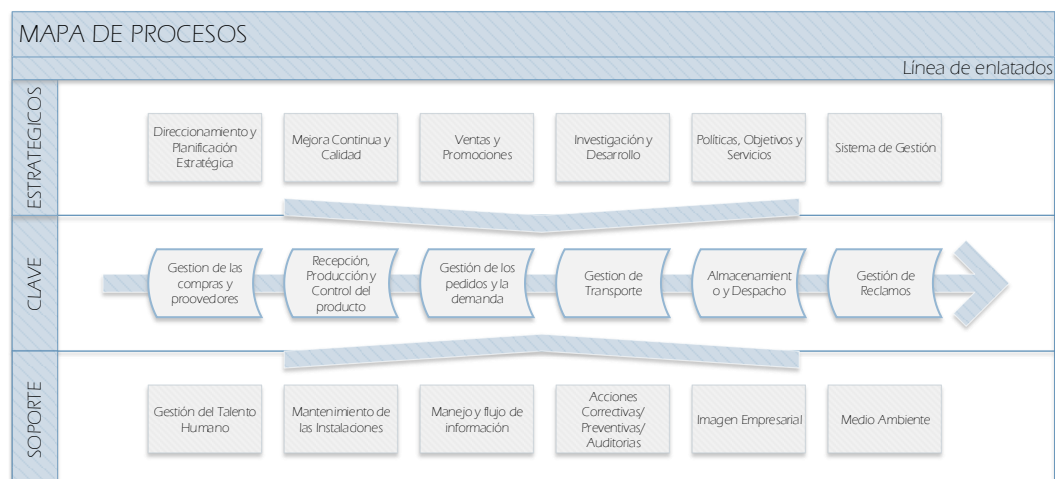


Figura 10. Mapa de procesos.

3.2. Análisis de la cadena de valor

En la teoría *Lean*, el “flujo de valor” se refiere a todas las acciones requeridas para la transformación de un producto o servicio, desde la materia prima o un concepto, hasta un bien terminado. Cada acción agrega valor al producto terminado, idealmente trabajando en conjunto continuamente para crear un flujo de valor continuo y sin interrupciones. El primer paso para crear un entorno orientado a la manufactura esbelta es analizar el flujo de valor. Esto provee la base para crear el plan de mejora. Examinando el estado actual del sistema, las acciones que agregan valor pueden ser separadas y clasificadas, facilitando la creación de propuestas de mejora inmediatas o a largo plazo.

3.2.1. Pasos para el análisis de la cadena de valor

Los pasos establecidos a continuación están orientados al mapeo de la cadena de valor en manufactura, pero pueden ser adaptados a otras ramas de la ingeniería o industrias de servicios como anteriormente destacado. La siguiente descripción habla de los procesos básicos para el desarrollo de la cadena de valor. (Martin & Osterling, 2014)

1) Identificar la familia de productos:

Identificar el producto o familia de productos a ser analizados y mejorados. Para la identificación de la familia se utiliza una matriz PQ/PR donde se diferencian las rutas o actividades de un producto versus las operaciones, y facilitará el entendimiento del producto con mayor impacto potencial o importancia. Típicamente se reúne un equipo que desarrollará el mapeo o el análisis, dependiendo del tamaño de la iniciativa. Si no tienen mucha experiencia, el equipo necesitará capacitación en cuanto al *VSM*. Algunas compañías grandes podrán designar a un encargado del *VSM*.

2) Apoyo de la dirección:

Presentación de la propuesta al alto mando, con el fin de contar con el respaldo de la dirección y así poder asignar equipos de trabajo y empezar a definir el alcance del proyecto.

3) Determinar el problema para el flujo de valor:

Determinar el posible problema dentro del flujo de valor desde la perspectiva del cliente. Se puede hacer uso del análisis de causa raíz u otros métodos de identificación de problemas como la espina de pescado de *Ishikawa*.

Asegurarse de que los requerimientos de los clientes son claros ya que ellos son los que definen el valor del producto. Es posible que los clientes estén demandando una reducción de precio basada en las ofertas de los competidores, o que los problemas de control de calidad estén reduciendo el valor, o que las demoras en la producción y la impuntualidad en cuanto a las entregas causa que los clientes busquen alternativas a los productos.

4) Determinar el alcance del proceso:

Lo que significa delimitar el alcance y las pautas del mapa de valor que se va a realizar. ¿Por ejemplo, si se está aplicando manufactura esbelta, considerar si se aplicará desde materia prima a producto terminado? ¿O si se trabajará atacando una posible causa problema dentro de la cadena?

5) Recorrer el proceso:

Recorrer el proceso presencialmente, de manera que se pueda evaluar y conocer las actividades y el flujo de información requerida para crear el servicio o producto final. El objeto de este paso es familiarizarse con el proceso para facilitar la elaboración del *VSM*. Se puede realizar el reconocimiento del proceso

de manera inversa, con el fin de partir desde los requerimientos del cliente y así llenar dudas previamente adquiridas.

6) Definir los pasos del proceso:

Se debe mantener la información que se va a escribir dentro de los límites de lo antes definido en el recorrido del proceso. En la manufactura esbelta, todos los procesos se pueden llevar a cabo en una ubicación donde el inventario entra y luego sale. Esto quiere decir que no se busca determinar cada actividad específica que podría haber sido hecha en el proceso. Se estudia las actividades generales que agregan valor y las que no agregan valor. Por esto es vital confiar en las observaciones y no basarse en información de empleados que muestren un sesgo en cuanto a un problema. El propósito es documentar cada paso requerido para agregar valor al producto.

7) Recopilar datos respecto al proceso:

Los datos del proceso deben recopilarse en el recorrido del proceso. Aquí es donde se empieza a evaluar el desempeño de cada etapa del proceso. Los datos del proceso son aquellos como: tipo de inventario o de ítems, tamaño de inventario, tiempo de ciclo, tiempo de cambio de producto, sobre horas, tiempo de mantenimiento de maquinaria, tiempo de para, número de trabajadores, turnos trabajados, horas disponibles de trabajo y tamaño de lote. Todos estos datos pueden resultar en encontrar oportunidades de mejora. Se añade estos datos en los cajones de datos del *VSM*.

8) Evaluar los datos del proceso:

Los cajones de información también se utilizan para evaluar los pasos del proceso. Se busca saber si dicho paso del proceso agrega valor (desde la perspectiva del cliente), si cumple con los requerimientos (el grado en el que el proceso cumple con los parámetros requeridos), disponibilidad, eficacia

(capacidad de cumplir con los pedidos). Esto muy a menudo se topa con restricciones del proceso como cuellos de botella, capacidad o inventario excesivo. También la flexibilidad del proceso que es el grado en el cual se puede cambiar de actividad de manera veloz y de bajo costo de una familia de producto a otra familia de producto. Esta ha sido la clave para la producción de Toyota a lo largo de los años.

9) Elaborar el mapa de proceso actual

Una vez recopilada toda la información y tabulados los datos, se procede a el mapeo de los flujos de producto e información. Se buscan tres aspectos clave:

- a) Flujo vs. Atascamiento: Lo ideal es que el producto o la materia prima nunca pare y siempre este en proceso de transformación. Esto puede ser medido con los niveles de inventario.

- b) Push vs. Pull: Este aspecto demuestra como la información está siendo manejada. En el ideal flujo, no se requiere información a excepción de una señal al fin de cada actividad que ordena la producción del siguiente elemento. Sin embargo, en la realidad, hay desconexión entre las actividades del flujo. Se ataca a este tipo de dificultades haciendo que cada actividad comparta información con la siguiente o con la anterior de acuerdo a las necesidades.

- c) Organización vs Desorden: Este aspecto muestra el grado en el cual el proceso ha sido optimizado. Aquí se habla de conceptos como mura (variabilidad), muri (sobrecarga) y muda (desperdicio). Es vital entender el flujo de información ósea entender como el cliente obtiene lo que quiere y como lo ordena (canales de información), y como la organización se comunica con los proveedores.

Después de estos pasos se cuenta el inventario para determinar posibles causas de sobreproducción, se crea la línea del tiempo encontrando lead times e ineficiencias.

Por último, se reflexiona en el mapa de valor creado en un inicio para poder encontrar problemas que no eran fácilmente identificables en un inicio. Se debe utilizar la información recopilada para encontrar los desperdicios. Entre estos problemas podemos encontrar excesos de inventario, procesos muy largos, muchos tiempos de para, mucho tiempo de preparación o problemas de calidad que resultan en reingenierías o reprocesos.

10) Elaborar el mapa de valor futuro y considerar oportunidades de mejora:

Como paso final se crea el VSM futuro. En vez de atacar cada problema individualmente, se debe crear un mapa de valor en un estado ideal, ilustrando objetivos para los ítems o actividades que, mediante su intervención, nos pueden llevar a un proceso más efectivo. Esta visión necesita ser consultada y consensuada con el equipo de mejora y debe ser el objetivo final del proyecto VSM. Este mapa final se utiliza como un medio de comunicación así que se debe utilizar los estallidos o eventos Kaizen con el fin de comunicar las posibles mejoras. A veces pueden realizarse varios borradores del VSM final.

3.2.2. Identificación inicial de los problemas en línea y causa raíz:

Para definir los posibles problemas dentro de la línea de producción del palmito como un análisis previo a la información obtenida por el VSM, se utilizó el diagrama de espina de pescado de Ishikawa. Se analizaron tres aspectos principales que eran críticos en la elaboración del palmito enlatado. Estos fueron determinados en el delimitado del VSM inicial, y se consideraron como oportunidades de mejora ya que eran actividades que presentaban diferentes tipos de no conformidades o mudas a simple vista.

Mediante dicho análisis se pudieron identificar posibles causas raíces para dichos problemas:

a) Para de producto antes de entrar al proceso de esterilizado:

(Figura 11)

Para este problema hallado encontramos varias posibles causas raíz. Como se puede analizar en el diagrama el problema puede ser debido a un excesivo ritmo de producción en procesos anteriores o a la capacidad de las autoclaves.

b) Latas en espera previo al envasado y sellado:

(Figura 12)

Respecto al segundo problema diagramado encontramos un posible desbalance de línea respecto al operario que se encarga de la preparación del líquido de gobierno, una alta capacidad en procesos previos y también una falta de estandarización.

c) Acumulación de tallos de palmito al final de la banda de pelado:

(Figura 13)

En el tercer diagrama de posibles causas encontramos un problema físico dentro del proceso de transporte en banda de los tallos de palmito. Puede ser causado por un exceso de capacidad, pero la razón principal es la forma que tiene la banda de transporte a corte al final de su sección. Esto obliga a que un operario maneje el proceso manualmente y este no siempre va al ritmo de la maquinaria.

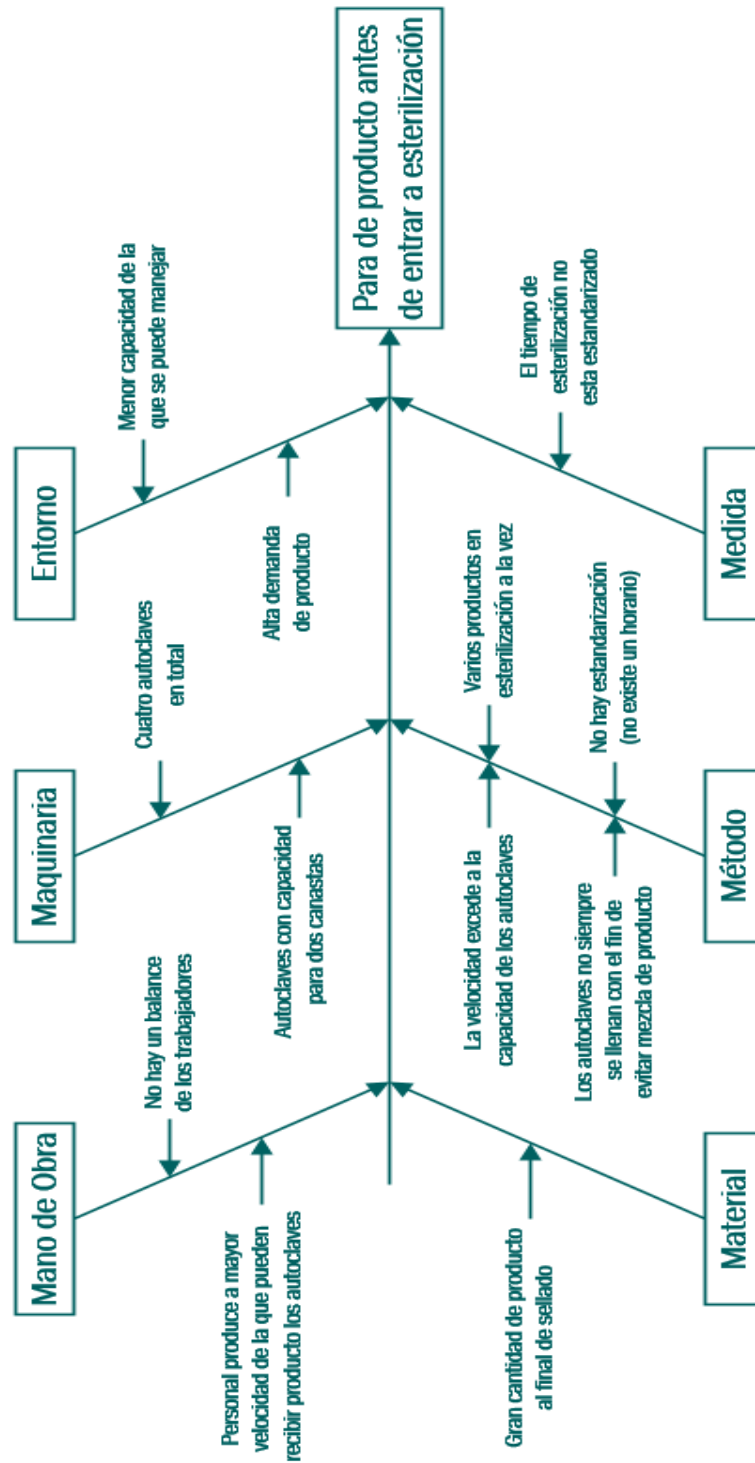


Figura 11. Diagrama de Ishikawa #1.

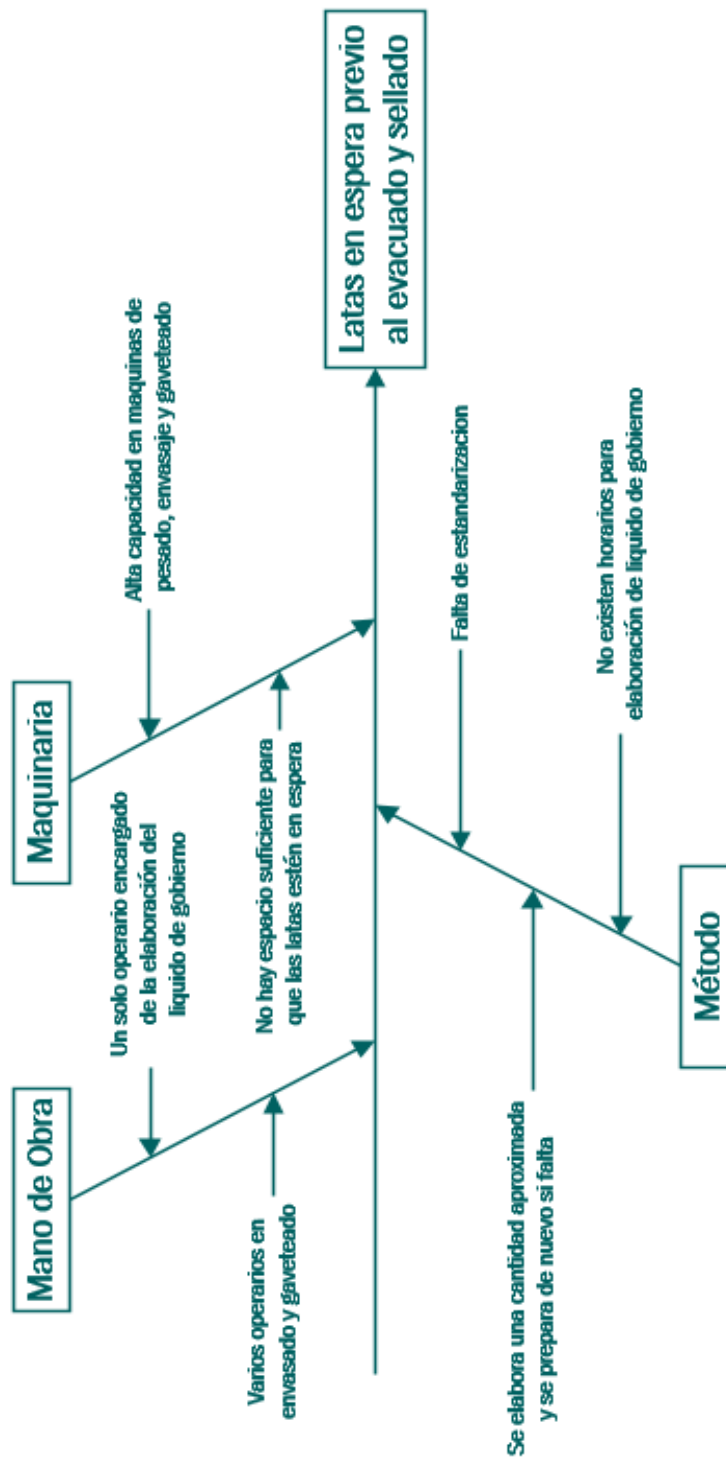


Figura 12. Diagrama de Ishikawa #2.

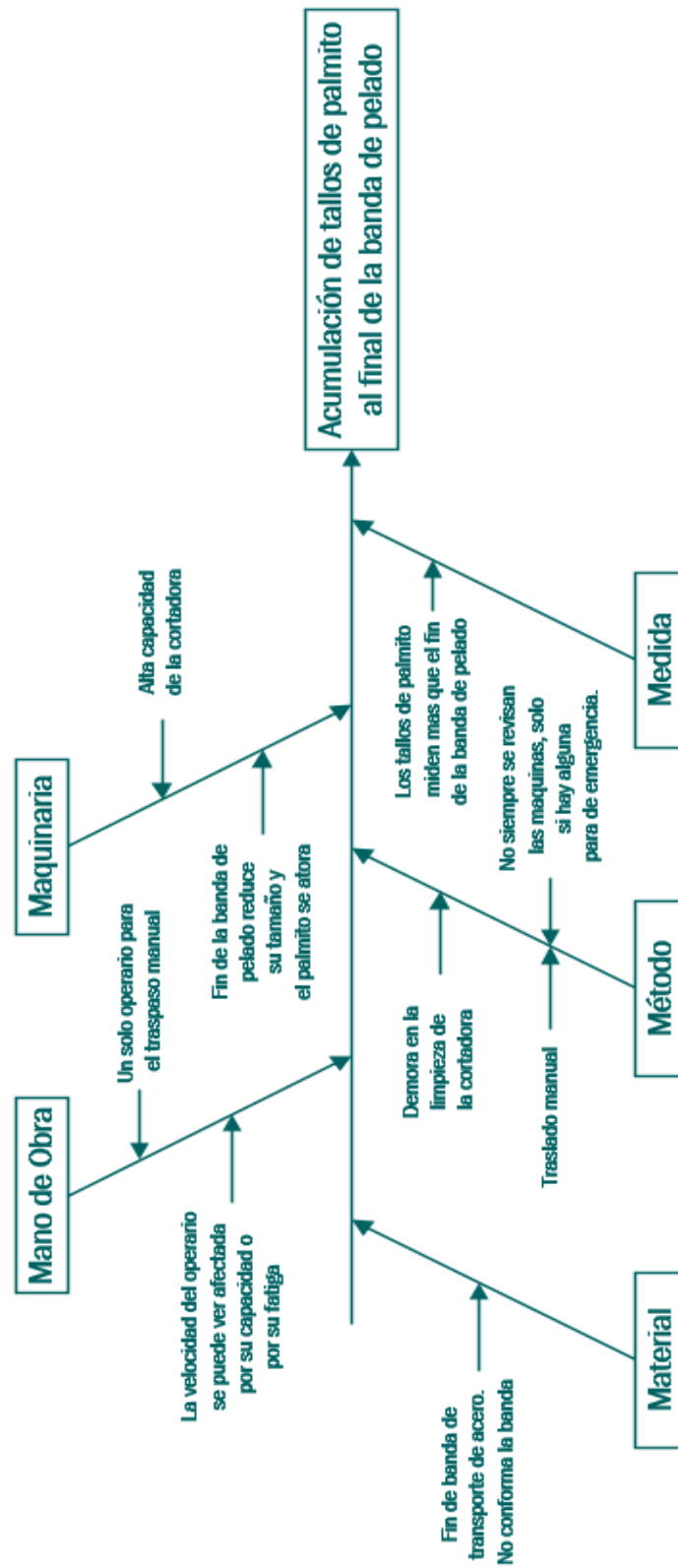


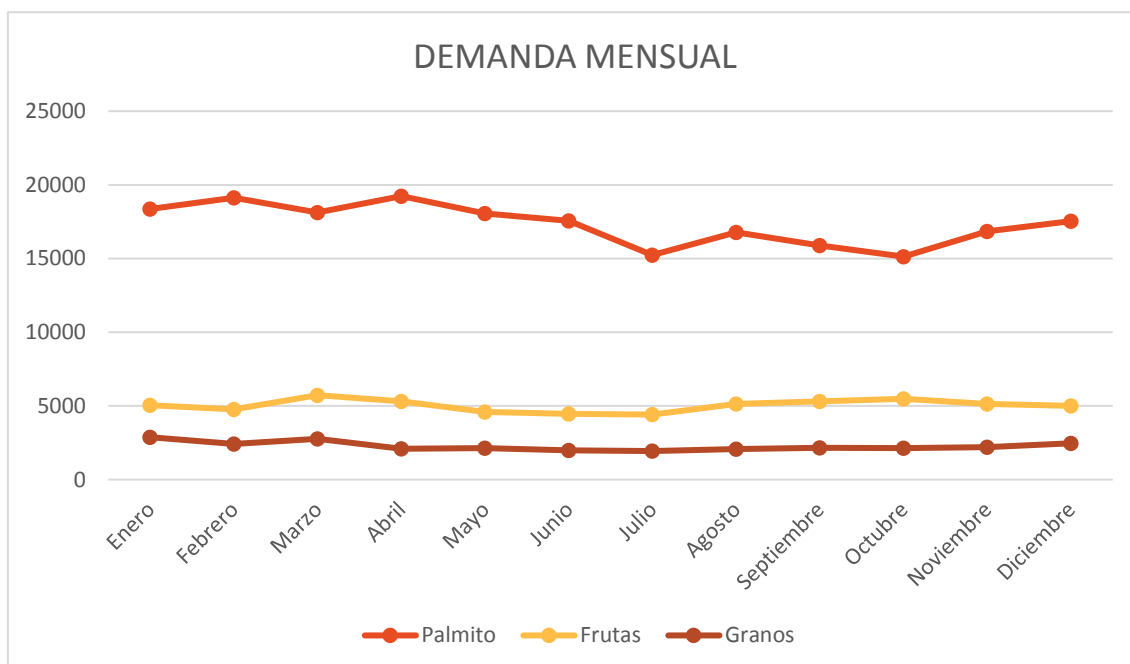
Figura 13. Diagrama de Ishikawa #3.

A base de un análisis de producto vs operaciones (**Tabla 4**) diferenciar las familias de producto de la línea de enlatados, y determinar que debido a que la familia del palmito tiene más actividades con mayor criticidad, será nuestro punto de enfoque.

De este grupo de productos se seleccionó como sujeto de análisis el palmito enlatado ya que es una familia productos que comparten todos sus procesos y presentan la mayor afinidad en relación al resto de derivados. El palmito es el producto de la línea que mayor demanda representa como podemos ver en la siguiente tabla. (**Tabla 5**)

Tabla 5.

Tabla de demanda de familias de la línea de enlatados.



3.2.3.1. Funciones del departamento de control de la producción

- La producción sigue un modelo *make to stock* y se basa en históricos de demanda para obtener pronósticos que se pueden seguir para la producción. Dichos pronósticos se hacen semanalmente de acuerdo a la recolección de los pedidos de los clientes. El lote despachado a fin de mes buscara ajustarse a las ventas o pedidos en días previos o en años pasados.
- En cuanto a las órdenes de materia prima el departamento de producción envía un pedido con un *lead time* de un mes. En este caso de los diferentes proveedores de palmito a nivel nacional, cada uno por separado. Se hace una planificación de la producción de acuerdo al día y la hora en la que llegan los pedidos y también de acuerdo a la cantidad.
- Para pedidos de materia prima el departamento de control de producción hace un pedido de materiales con un *lead time* de 2 meses, previamente establecido por el proveedor. La mayoría de proveedores se encuentran en áreas rurales de la costa y oriente del Ecuador.
- Se tiene un *stock* estándar y un *stock* planificado todo de acuerdo a las ventas de acuerdo a las temporadas.
- Cada mes se prepara los pedidos a los proveedores de acuerdo a las ventas y según al plan de producción se hace el plan de entregas cada semana. Se ordena la materia prima por lotes de hasta 10000 tallos de palmito a la vez.

3.3. Reconocimiento y análisis del proceso productivo y diagrama de flujo de los productos seleccionados:

En la **Figura 14** se puede observar el proceso productivo del palmito.

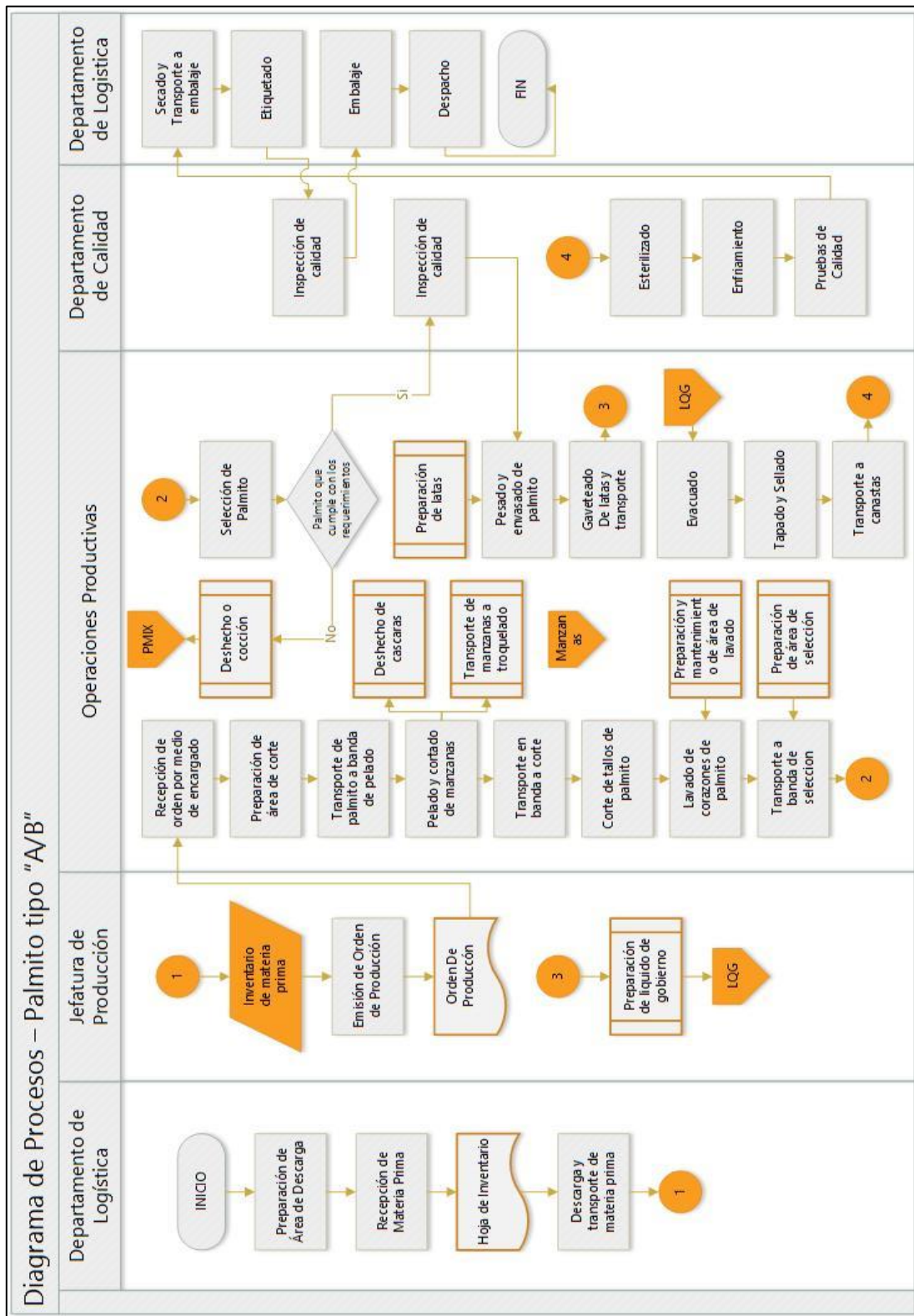


Figura 14. Diagrama de flujo (Elaboración del palmito).

Dentro de la descripción de la producción de palmito y sus derivados hablaremos de los macro procesos o centro de trabajo. Este último término se refiere a una estación donde un grupo de trabajadores cumple una función principal del proceso. Consideramos una función principal a toda aquella que represente aumentar el valor agregado del producto o donde se efectuó una transformación de la materia.

Proceso de Producción del Palmito:

Descarga:

- En el proceso de descarga se recibe la materia prima de los distintos proveedores. Se efectúa una preparación del área y traslado de los baúles donde se transporta el palmito y luego de esto hay una preparación de EPPs por parte del personal.
- Se preparan cadenas para el manejo de los baúles en el tecele mecánico, y se entrega al encargado del manejo del tecele guantes de seguridad para evitar accidentes de trabajo.
- Una vez cumplida la etapa de preparación se sube los baúles por medio de un tecele mecánico en el camión y se efectúa la carga del palmito en dichos baúles.
- Luego se baja los baúles del camión y se los traslada hacia el área de pelado de palmito donde se efectuará el primer proceso de transformación de la materia.

Pelado y Cortado de Manzanas¹:

- En el centro de trabajo de pelado, tenemos actividades de preparación. Las gavetas donde se depositarán los palmitos pelados y de los cuchillos para el pelado se transportan a la línea desde el área de insumos.
- Después se transportan los coches en fila de manera que el palmito sea fácilmente asequible.
- Luego se llenan los tanques ubicados después del corte y después de la selección de agua para el lavado del palmito.
- Una vez revisados los equipos según dicte el protocolo se abastece el palmito a la banda de pelado donde un grupo de operarios designado por producción se encarga de pelar las unidades de palmito, y a la vez se corta las manzanas o la base del tallo del palmito, la cual constituye producto aprovechable para otros productos derivados. A esta actividad se la considera una actividad principal.
- Finalmente se separan los distintos elementos resultantes, que en este caso vendrían a ser la cascara de deshecho, las manzanas que van hacia el troquelado y por último los tallos de palmito pasan hacia la máquina de corte automático.

Cortado en maquina:

- Previo al uso de la máquina de corte, se efectúa una limpieza de la caja de revisión ubicada en el área. Esto con el fin de que el sobrante de palmito de la cortadora sea fácilmente recogido y dispuesto en barriles de deshecho.

¹ Manzanas: Se refiere a la base del tallo del palmito.

- A continuación, los tallos se trasladan hacia la máquina de corte por medio de una banda transportadora donde un operario se encarga de colocar manualmente los tallos en la cortadora.
- La cortadora puede cortar hasta 70 tallos por minuto, pero su capacidad variará de acuerdo a la experticia del operario.
- Luego de esto los tallos cortados en cilindros de unos 10 centímetros caen en una tina de lavado.

Lavado de Corazones del Palmito:

- Se fija las mangueras para el llenado de agua en la tina de lavado.
- El proceso de llenado de dicha tina de lavado demora aproximadamente unos 5 minutos. Esta preparación debe ser previa al inicio del proceso.
- Los corazones del palmito son lavados y enjuagados por medio de lavacaros perforados manualmente.
- Se transportan los corazones a la banda de selección donde se clasificarán los corazones de palmito.
- Terminado cada lote de palmito se debe cambiar el agua de la tina de lavado.

Selección e Inspección:

- Preparación previa de tanques de deshecho y preparación de gavetas para el transporte de palmito duro.

- Dentro del proceso de selección los corazones de palmito son clasificados en una banda de transporte.
- Se clasifica en dos etapas, la primera etapa separara el palmito duro que no se pueda cocinar y que se considere deshecho. **(Figura 15)**



Figura 15. Primer proceso de selección.

- Luego el palmito que aprobado en primera clasificación pasa por un lavado por lluvia para humidificar y en la siguiente selección la materia prima se separara entre palmito A y palmito B.
- Se llenan los tanques de palmito inutilizable y luego se los transporta a la sección de desechos sanitarios.

Cocinado del palmito duro:

- Para el cocinado del palmito duro se considera aquel resultante del palmito en el proceso de selección que no pasa los requerimientos necesarios para ser envasado como palmito de exportación tipo “A”
- Se transporta el palmito duro resultante de la clasificación inicial del palmito hacia marmitas donde se cocinará con el fin de suavizar dicho palmito.
- Llenado de agua en marmita para cocinado.
- Se efectúa una clasificación de los corazones de palmito duro donde se encontrará palmito aprovechable, el cual será utilizado para palmito tipo “B” y mix, y palmito de desperdicio.
- Entonces el palmito genérico tipo “B” se cocina por 20 minutos y luego se enfría la marmita de cocinado.
- Se transporta gavetas para el palmito cocinado hacia el centro de trabajo de cocinado y después se carga dicho palmito en las gavetas para su posterior transporte hacia las siguientes áreas de envasado de palmito genérico o picado de medias lunas para el palmito mix.
- Se deshecha la basura separada de este proceso.

Lavado, pesado y clasificado de tallos:

- En esta etapa se utiliza el palmito tipo “A” el cual será clasificado de nuevo con el fin de separar el palmito en mal estado (con cortes y golpes) del palmito en condiciones que cumplan con los estándares de calidad establecidos.
(Figura 16)



Figura 16. Separado de tipos de palmito.

- Se efectúa un lavado previo de la banda de transporte y de los tanques de envasado.
- Luego el departamento de control de calidad se encarga de evaluar la superficie de las bandas y tanques con el fin de que estén correctamente esterilizados.
- Previo al proceso de lavado, pesado y clasificado, se llenan los tanques de depósito de palmito y se transportan balanzas al centro de trabajo para el pesado de las latas.
- Dotación de cuchillos al personal para eliminación de excesos de palmito y corrección de irregularidades.

- Se carga en palmito en los tanques de pesado donde están constantemente humectados por regaderas.
- Se separan los tipos de palmito (A/B) y el palmito bueno es pesado por unidades previamente a ponerlo en la lata de 410g el cual puede almacenar hasta 7 unidades.

Envasado y Gaveteado:

- Previo al proceso de envasado se transportan gavetas con latas a una máquina de desinfección de las latas, donde se lavan por un método de evacuado.



Figura 17. Transporte a gaveteado.

- Luego se transportan tinas para la ubicación y manejo de los envases. Después se coloca las latas en presentación de 410 gramos en dichas tinas. Estas tinas son transportadas al centro de envasado.
- El palmito tipo “A” pasa por una banda transportadora donde se hidrata por medio de aspersores y luego un numero designado de operarios envasa el palmito y luego se transportan las latas todavía sin tapa hacia el área de gaveteado. **(Figura 17)**

Conteo de latas y gaveteado:

- Se transporta gavetas a la línea de envasado. El fin del gaveteo es esperar al inicio del proceso de evacuado. Este se puede considerar un tiempo muerto ya que el producto está en espera de que el túnel de evacuado termine su preparación o se desocupe de otros productos.
- Se gavetea las latas en pilas hasta que estén listas para el llenado y evacuado. Dichas latas o lotes de producto estarán separados por proveedores.
- Se colocan las gavetas con las latas en pallets.
- Se transporta las gavetas al inicio del túnel de evacuado.

Preparación del líquido de gobierno:

- El líquido de gobierno es un elemento que conforma el producto final. Esta rellena la lata donde se almacena el palmito y sirve para conservar el producto en un estado fresco. En la **Figura 18** podemos ver el proceso de elaboración del palmito y a continuación se detalla dicho proceso.

- Previo al evacuado se hace la preparación del líquido de gobierno. Este compuesto es lo que acompaña al palmito en las latas y debe ser formulado de acuerdo a la cantidad de palmito que se procesa.
- Primero el encargado del centro de evacuado lleva la hoja con información respecto a la cantidad de palmito procesada hacia la jefatura de producción.

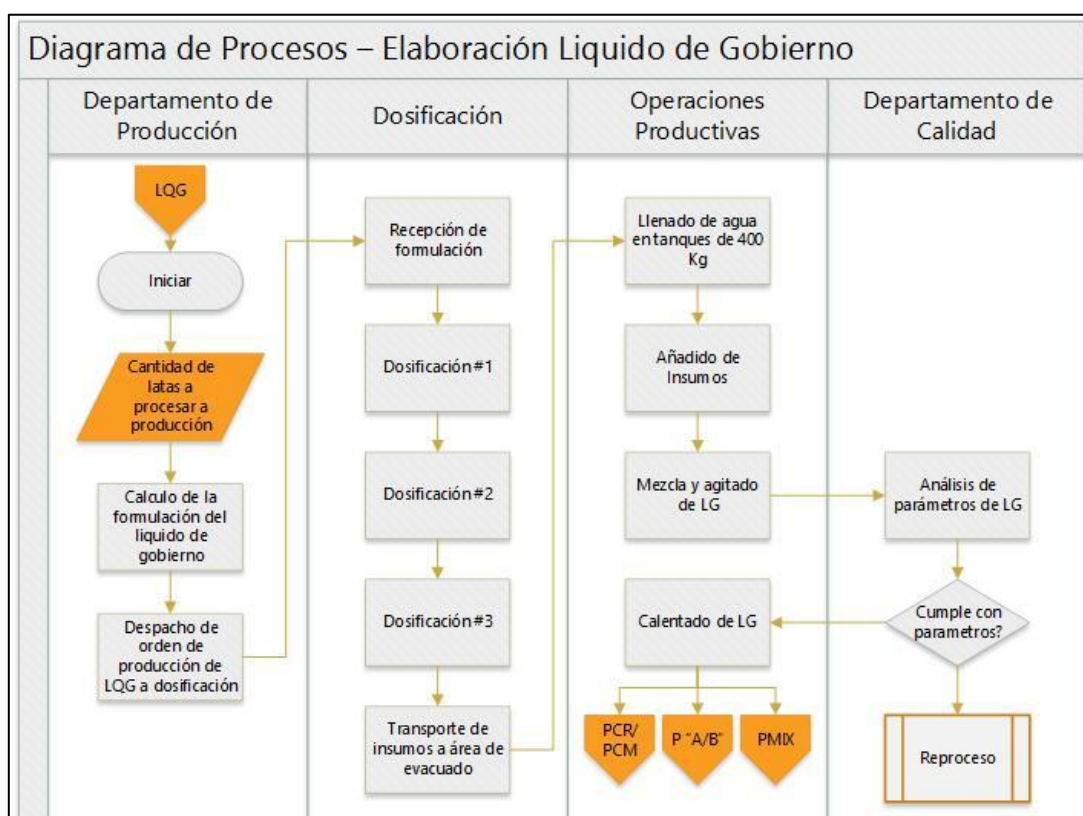


Figura 18. Diagrama de flujo (Elaboración del líquido de gobierno).

- Luego el operario encargado transporta la formulación al área de dosificación para el pesado de insumos. Aquí se efectúa una formulación de los componentes del líquido de gobierno.
- Después el operario transporta la formulación al área de preparación de líquido de gobierno.

- Se llenan tanques de 400kg con agua para la mezcla y se procede a verter los ingredientes del líquido de gobierno en los tanques para su posterior mezclado y agitado.
- El departamento de calidad se encarga de analizar los parámetros resultantes del compuesto mediante una muestra, con el fin de demostrar que la parte porcentual del líquido sea la adecuada.
- Una vez aprobado por el departamento de calidad, se verte el líquido en tanques al inicio del túnel de evacuación donde se llenará las latas automáticamente por decantado.
- Se calienta el líquido y se prepara la decantadora para el llenado de las latas.

Evacuado y Sellado:

- Actividades previas de preparación del túnel y lavado por *exhausting* (evaporación).
- Se coloca un filtro de tela en el tanque de llenado de líquido de gobierno.
- Las latas se llenan automáticamente con líquido de gobierno por medio de la decantadora. Cabe recalcar que estas son transportadas manualmente a la banda de evacuado. **(Figura 19)**
- Las latas pasan por la máquina de evacuado.
- Previo al tapado y sellado se ordenan las tapas desde la bodega, se las codifica y se las transporta al centro de sellado.

- Se efectúa un calibrado manual de la selladora.



Figura 19. Decantado de LQG.

- Luego se sella las latas por medio de una máquina selladora. Un operario coloca las tapas, otro maneja la selladora y otro se encarga de ubicar las latas en canastas para la esterilización. **(Figura 20)**
- Se lleva a cabo un análisis del doble cierre de las latas cada 30 minutos.



Figura 20. Tapado y Sellado.

Esterilizado y Enfriamiento:

- Se transportan las canastas para la esterilización a las autoclaves por medio de un tecele mecánico. Se sellan las autoclaves por 30 minutos una vez que estén llenos con dos canastas.
- Luego se sacan las canastas y se las coloca en una piscina de enfriamiento por un tiempo de 15 minutos por canasta. **(Figura 21)**



Figura 21. Esterilizado y Enfriado.

Embalaje y Almacenamiento:

- Por ultimo las latas son secadas en una secadora industrial y transportadas al área de embalaje donde se etiquetan y luego se colocan en cajas, y luego pallets para su posterior carga en los camiones y transporte a las distintas localidades y puntos de venta del país. **(Figura 22)**



Figura 22. Secado y Transporte.

3.4. Mapa de Valor Actual:

En la sección a continuación se determinarán los pasos para el desarrollo del VSM actual de la línea de palmito “A/B”. Dentro de este literal encontraremos los pasos tomados para reunir la información para el VSM y el trazado del mapa actual. Se debe aclarar que los pasos definidos para el dibujo del VSM actual son aquellos que son considerados como los más importantes para la transformación de la materia y los que más agregan valor. Cada proceso definido con sus datos es considerado una estación de trabajo, lo que quiere decir que micro procesos o procesos de soporte, de transporte, o aquellos que no agregan valor no serán incluido en el dibujo inicial.

3.4.1. Recopilación de datos para cada paso del proceso de producción:

SIPIA S.A. es una empresa que se dedica a la producción de víveres alimenticios desde hace más de 50 años. La gama principal de productos de SIPIA S.A. son los enlatados. Los productos en su mayoría son vegetales enlatados de gran duración y se los considera como conservas. El producto principal es el palmito y su producción no varía de manera considerable ya que este se produce durante todo el año en Ecuador. La empresa vende para consumo nacional, la mayor parte de su producto y también exporta a nivel internacional.

3.4.2. Procesos de Producción

Como ha sido descrito previamente, la empresa cuenta con 4 líneas de producción. El proyecto se enfoca en la línea de enlatados que cuenta con 4 familias de productos y el enfoque estará en la producción de palmito enlatado de 410g. La línea de enlatados cuenta con las siguientes familias de productos:

- Fruta
- Granos
- Vegetales
- Palmito

La línea del palmito es considerada individual por ser el producto de mayor volumen de producción en la empresa. El proceso productivo del palmito enlatado de 410g demora en total 8 horas por parada en dos turnos diarios.

3.4.3. Exigencias del cliente

- En cuanto a la demanda del cliente se pudo observar una tendencia más o menos constante, sin contar algunas variaciones por promoción y otros

eventos en los meses de enero julio y diciembre. Se puede decir que la demanda no tiene mayor flujo por temporada ósea que la periodicidad no es muy variable.

- El promedio mensual de demanda es de 17322 cajas al mes, esto para todos los clientes desde micro mercados hasta supermercados a nivel nacional. El promedio de demanda diaria es de 866 cajas aproximadamente.
- La cartera de clientes de SIPIA S.A. son los supermercados a nivel nacional.
- El servicio de logística y entregas se externaliza y hay un reabastecimiento para los clientes una vez por semana.
- Las latas de palmito se despachan por lotes. Dos pallets a la semana y cada pallet pueden cargar 100 cajas. Cada caja contiene 24 unidades de latas del palmito.
- La entrega de producto se realiza de acuerdo a lo antes establecido, y debe cumplir con los horarios establecidos por la gerencia. Antes de las 9 am y después de las 9 pm.
- La entrega se realiza por medio de un camión que lleva el producto a centros de distribución de los distintos supermercados.

3.4.4. Tiempo de trabajo

- La planta productiva funciona 6 días por semana, sin embargo, la producción del palmito se limita a 5 días por semana por temas de entrega de parte del proveedor.

- Se trabaja dos turnos diarios de 8 horas, esto en todos los procesos de la línea.
- Cada turno es de 8 horas, y en época de alta demanda se pagan horas extras si es necesario.
- En cuanto a pausas de tiempo durante cada turno se cuenta con una hora de almuerzo y 30 minutos de descanso.
- Los equipos se detienen durante las paradas.
- El tiempo disponible de producción es de 15h con 30 minutos horas ya que la hora del almuerzo no es parte de las horas dentro de la jornada laboral.

Tabla 6.

Tabla de identificación de tiempo disponible.

Tiempo Disponible	Horas	Minutos	Segundos
Jornada laboral	16	960	57600
Descansos	0,5	30	1800
Almuerzo	2	120	7200
			55800

3.4.5. Información de los Procesos

Para el levantamiento de información de los procesos, se efectuó un estudio respecto a tablas de datos actualizadas de la empresa. En cuanto a la toma de tiempos se realizó un levantamiento de tiempos tomando como muestra una caja de producto terminado. La unidad se determinó por medio de la observación del

proceso de atrás hacia adelante, y así se determinaron las cantidades por caja de palmito enlatado de la siguiente manera: 1 caja -> 24 latas -> 168 corazones cortados -> 28 tallos de palmito.

Y para el muestreo de los tiempos se tomó 10 muestras, del proceso explicado anteriormente y de donde se obtuvo el tiempo promedio inicial. Estas 10 muestras se tomaron en el lapso de una semana, tomando dos tiempos de producción de una caja diarios, uno en la mañana y otro en la tarde.

También se tomó una muestra semanal del lote de 10000 tallos que entran con el fin de poder tener un panorama general de cuantas cajas se producen a partir de esta cantidad. **(Anexo # 2)**

Así mismo la fiabilidad de los equipos se tomó de la tabla de procesos proporcionada por la empresa SIPIA S.A. **Tabla 7.** Estos valores fueron previamente determinados por la empresa.

Tabla 7.
Tabla de toma de tiempos y fiabilidad de la maquinaria.

PROCESO	Elaboración de Palmito Enlatado	HOJA DE MEDICIÓN DE TIEMPOS										Fecha análisis	13/Feb/2017 - 17/Feb/2017	Unidad de medida: sec	
		Maquinaria/Fiabilidad		1	2	3	4	5	6	7	8				9
No.	Elemento de trabajo														Observador: Martin Rothenbach
1	Descarga			45.26	41.4	40.3	42.05	40.32	43.68	40.9	40.3	41.18	42.14	41.75	
2	Pelado			52.32	50.9	51.2	53.45	50.9	49.77	54.46	51.01	50.94	53.33	51.83	
3	Corte de Manzanas			62.1	65.67	62.08	66.21	62.15	61.88	60.4	62.1	62.5	62.1	62.72	
4	Corte en Máquina de corazones de palmito			35.6	36.18	36.82	37.71	37.4	36.98	35.61	37.7	37.7	38.02	36.97	
5	Lavado de corazones			42.32	37.9	44.32	39.76	37.95	37.3	37.9	38.14	44.3	38.24	39.81	
6	Selección e inspección			128.78	115.2	116.5	128.64	120.67	114.1	113.9	115.2	115.26	116.06	118.43	
7	Cocinado			1256.89	1276.23	1284	1274.8	1266.11	1287.2	1274.85	1270.1	1274.5	1260.6	1272.53	
8	Lavado			144	145.16	157.28	150.87	143.9	145.78	144.1	148.21	144.01	144.08	146.74	
9	Pesado y Envasado			76.28	70.55	77.75	68.4	69.11	66.32	72.25	68.4	75.7	73.2	71.80	
10	Colocado y transporte de latas			32.5	36.62	32.5	38.54	33.08	31.89	32.5	31	32.8	32.92	33.44	
11	Llenado de LQG y evacuado			29.18	25.42	23.77	22.98	23.01	24.8	25.98	23	22.67	23	24.38	
12	Tapado y Sellado			39.08	36.29	40.45	42.87	40.3	35	39.4	36.9	35.18	35	38.05	
13	Esterilizado y Enfriado			2752.56	2727.5	2754.8	2753.6	2726.1	2725.88	2727.5	2732.4	2730.6	2727.5	2735.84	
14	Embalaje			12.35	12.86	12.02	12.01	12.74	12.01	11.87	11.94	12.02	12	12.18	
Tiempos de ciclo														4686.46	

Ciclo de producción de palmito enlatado

1: Descarga:

- **Equipo:** Tecele motorizado
- **Tiempo de ciclo:** 41.75 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** N/A
- **Fiabilidad:** 80% (Anexo Fiabilidad de la maquinaria)
- **Operarios:** Dos operarios se encargan de preparar los baúles para la descarga del palmito. Este es trasladado desde el área de baúles hacia el tecele mecánico donde se sube el baúl al camión y se efectúa una carga manual de los tallos de palmito en el baúl. Luego los dos operarios transportan el baúl a la línea de pelado.
- **Inventarios observados:** 28 tallos de palmito.

2: Pelado:

- **Equipo:** Cuchillos, mesa de corte
- **Tiempo de ciclo:** 51.83 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** 5 minutos
- **Fiabilidad:** 90%
- **Operarios:** 3 operarios se encargan del pelado manual de la materia prima. Cada operario transporta un grupo de tallos de palmito a la mesa de pelado y efectúa el pelado de la cascara.
- **Inventarios observados:** 28 corazones de palmito.

3: Corte de manzanas

- **Equipo:** Cuchillos, mesa de corte
- **Tiempo de ciclo:** 62.72 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** N/A

- **Fiabilidad:** 90%
- **Operarios:** 1 operario se encarga del corte de la manzana. Luego colocalos corazones en una banda de transporte que llevará el palmito hacia el área de corte.
- **Inventarios observados:** 28 corazones de palmito, de aquí salen 28 manzanas con un 5 % de posibilidad de que el corazón no tenga manzana.

4: Corte en máquina de corazones del palmito:

- **Equipo:** Cortadora automática de palmito, banda de transporte dividida en 6 secciones
- **Tiempo de ciclo:** 36.97 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** N/A
- **Fiabilidad:** 80%
- **Operarios:** 1 Operario. Este se encarga del traslado manual de los corazones de palmito a una banda de corte dividida en 6 secciones de aproximadamente 10 cm. También se encarga de evitar los atoramientos de productos al final de la banda.
- **Inventarios observados:** 28 corazones de palmito divididos en 168 unidades cortadas.

5: Lavado de Corazones:

- **Equipo:** Tina de acero inoxidable
- **Tiempo de ciclo:** 39.81 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** 10 minutos
- **Fiabilidad:** 100%
- **Operarios:** 1 Operario que se encarga del lavado manual de los corazones de palmito cortado, utilizando una tamizadora de metal con el fin de limpiar impurezas y pedazos de palmito residuales.
- **Inventarios observados:** 168 unidades cortadas.

6: Selección e Inspección:

- **Equipo:** Banda de transporte, maquina humidificadora por decantación.
- **Tiempo de ciclo:** 118.43 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** N/A
- **Fiabilidad:** 85%
- **Operarios:** 2 Operarios. El primer operario esta al inicio de la banda previo a humificación y se encarga de separar el palmito duro de desecho o para cocinar, del palmito bueno. El segundo operario ubicado al final de la banda de transporte, recibe el palmito en tinas y separa el palmito cocinable en una tina y palmito “tipo A” en otra.
- **Inventarios observados:** 159 unidades cortadas.

7: Cocinado:

- **Equipo:** Marmita
- **Tiempo de ciclo:** 1272.53 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** N/A
- **Fiabilidad:** 90%
- **Operarios:** 1 Operario. Se encarga del traslado del producto para cocinar hacia la marmita y luego controla la cocción del palmito. Una vez cocinado el mismo, se separa entre palmito útil o de desecho.
- **Inventarios observados:** 9 unidades

8: Lavado:

- **Equipo:** Tinas de lavado
- **Tiempo de ciclo:** 146.74 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** 10 minutos
- **Fiabilidad:** 90%

- **Operarios:** 2 operarios colocan el palmito en las tinas para posteriormente colocarlo en pilas para su fácil envasado.
- **Inventarios observados:** 168 unidades.

9: Pesado y envasado:

- **Equipo:** Banda de transporte y balanzas
- **Tiempo de ciclo:** 71.8 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** N/A
- **Fiabilidad:** 90%
- **Operarios:** 3 Operarios. Envasan manualmente las pilas de palmito colocando una cantidad determinada de corazones cortados en las latas para posteriormente pesarlas y controlar que la cantidad de producto sea la adecuada. Luego las latas se colocan en gavetas y estas se paletizan para su posterior procesamiento.
- **Inventarios observados:** 24 latas

10: Colocado y transporte de latas en banda:

- **Equipo:** N/A Manual
- **Tiempo de ciclo:** 33.44 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** N/A
- **Fiabilidad:** 100%
- **Operarios:** 1 Operario coloca las latas en la banda de llenado de líquido de gobierno y evacuado.
- **Inventarios observados:** 24 latas

11: Llenado de LQG y Evacuado:

- **Equipo:** Túnel de evacuado, decantadora de líquido de gobierno, marmita de calentado de LQG.
- **Tiempo de ciclo:** 24.38 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** 1 hora
- **Fiabilidad:** 85%
- **Operarios:** 2 operarios controlan el nivel del LQG decantado en cada una de las latas y inspeccionan la temperatura del LQG periódicamente.
- **Inventarios observados:** 24 latas

12: Tapado y Sellado:

- **Equipo:** Selladora hidráulica manual
- **Tiempo de ciclo:** 38.05 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** N/A
- **Fiabilidad:** 70%
- **Operarios:** 3 operarios. El primero coloca las tapas encima de las latas manualmente y las ubica al alcance del operario #2 que se encarga del sellado de las mismas por medio de una maquina selladora hidráulica. El tercer operario coloca las latas encima de una mesa para su posterior transporte a las canastas de esterilizados.
- **Inventarios observados:** 24 latas

13: Esterilizado y Enfriado:

- **Equipo:** canastas de transporte, tecla a motor y autoclaves.
- **Tiempo de ciclo:** 2735.84 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** 15 minutos
- **Fiabilidad:** 80%

- **Operarios:** 1 Operario. Transporta las latas a las canastas y una vez llenas, se traslada por medio del tecele a motor hacia los autoclaves. Luego el operario cierra las autoclaves donde el proceso de esterilizado demora aproximadamente 30 minutos. Luego se destapan los mismos y se transportan las canastas a las tinas de enfriamiento donde esperan alrededor de 15 minutos.
- **Inventarios observados:** 24 latas

14: Embalaje:

- **Equipo:** Secadora, codificadora, etiquetadora.
- **Tiempo de ciclo:** 12.18 seg
- **Tiempo de cambio de producto:** N/A
- **Fiabilidad:** 85%
- **Operarios:** 3 operarios. El primero traslada las latas de las piscinas de enfriamiento a las bandas de secado donde pasan automáticamente hacia el codificado y etiquetado, acciones llevadas a cabo el operario 2 y 3. El ultimo operario se encarga de colocar las latas en las cajas y paletizarlas.
- **Inventarios observados:** 1 caja

4. Capítulo IV. Análisis de Indicadores y Resultados

4.1. Identificación de oportunidades y cálculo de variables:

En este capítulo se analizan los datos que nos arrojan el *VSM* y los posibles aspectos del proceso que pueden mejorarse. Todo esto mediante el análisis de indicadores de los procesos productivos de la planta.

- Identificación y clasificación de resultados.
- Propuestas de mejora.
- Herramientas de análisis de manufactura esbelta.
- *VSM* final o futuro.

4.1.1. Calculo del tiempo takt:

Como paso inicial para el desarrollo del estado futuro de la cadena de valor se empieza por el cálculo de la velocidad de la demanda más conocido como el "*Takt Time*".

En la **Tabla 8** se creó una matriz elaborada específicamente para el cálculo de la velocidad de la demanda. Se resaltan los datos levantados del proceso para el cálculo como son:

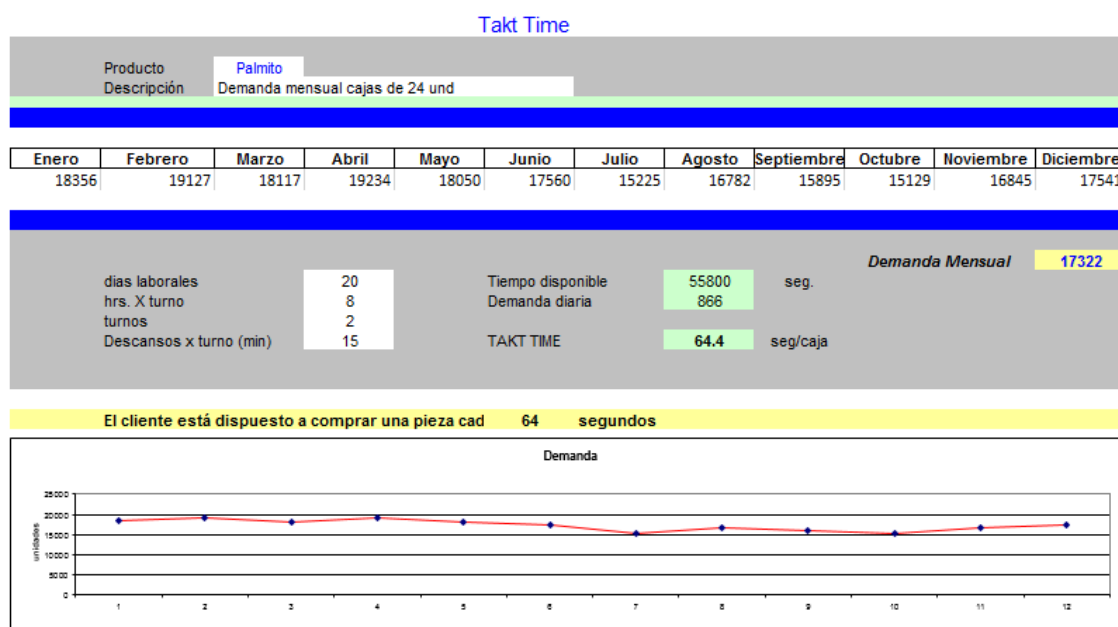
- Días laborales disponibles = 20 días laborales mensuales para el proceso productivo del palmito.
- Horas por turno = 8
- Turnos = 2
- Descansos por turno = 15 minutos por jornada

Primero se calcula el tiempo disponible transformando el tiempo de horas diarias a segundos. Luego se calcula la demanda diaria haciendo uso de la tabla de

demanda mensual (**Tabla 8**). Y la ecuación 1 que es el promedio de demanda mensual para los días laborables.

El resultado de la utilización de la ecuación 1 nos dio como resultado un Takt Time de 64,4 segundos por caja (unidad de producto en este análisis), lo que quiere decir que la velocidad de la demanda será de un minuto cada 24 unidades aproximadamente. Esto representa la velocidad a la que los clientes compran una unidad de producto por unidad de tiempo.

Tabla 8.
Tabla elaborada para el cálculo del takt time.



El cuadro inferior en la tabla representa las fluctuaciones de demanda mensual de la venta del palmito enlatado.

4.1.2. Cálculo del Tiempo Estándar:

Mediante la utilización del tiempo promedio obtenido se procede al cálculo del tiempo estándar, mediante la identificación de tiempos suplementarios y valoración de actividades. Para el cálculo de estos valores utilizamos la tabla de

valoración de suplementos de la Westinghouse Electric Company, la cual se demuestra en la **Tabla 9**.

Tabla 9.
Tabla de Valoración de actividades y suplementos.

TABLA DE VALORACION SEGÚN: Westinghouse Electric Corporation				
Criterios	Habilidad o destreza		Esfuerzo o empeño	
	A1	+ 0.15	Extrema	+ 0.13
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	Regular	0.00	Regular
E1	- 0.05	Aceptable	- 0.04	Aceptable
E2	- 0.10		- 0.08	
F1	- 0.15	Deficiente	- 0.12	Deficiente
F2	- 0.22		- 0.17	

Tomado de *Westinghouse Electric Corporation*

Una vez calculados los valores suplementarios y el coeficiente de descuento (**Anexo 14 y Anexo 15**) se calcula el tiempo estándar y el tiempo total de ciclo del proceso (**Anexo 16**). Y a continuación los tiempos estándar que serán utilizados para la definición de la capacidad del sistema y cuellos de botella.

Tabla 10

Tabla 10.
Tabla de Tiempos Estándar

TIEMPO ESTÁNDAR			
Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo	Tiempo estándar sec
1.13	0.896096	0.896096	53.76578743
1.19	1.160327	2.056423	69.61960133
1.16	1.351479	3.407902	81.088756
1.25	0.803294	4.211196	48.197625
1.11	0.793123	5.004319	47.587365
1.19	2.508742	7.513061	150.524528
1.27	29.982479	37.495540	1798.948714
1.23	3.351328	40.846868	201.0796774
1.25	1.799654	42.646522	107.9792656
1.19	0.628746	43.275268	37.724785
1.19	0.513052	43.788320	30.7831104
1.22	0.961614	44.749934	57.69685
1.17	49.036622	93.786556	2942.197315
1.27	0.273543	94.060099	16.4125656

4.1.3. Cálculo de la capacidad del sistema y cuellos de botella:

Una vez calculados y recopilados, los datos necesarios para la elaboración de la demanda se utilizarán para crear la gráfica del balanceo de línea.

Esta grafica expresa los tiempos de ciclo de cada uno de los procesos por separado, en relación al límite de tiempo por unidad que en este caso vendría a ser 64,4 segundos.

En la **Tabla 11** se enumera las operaciones de producción de la caja de palmito y describe el operario encargado del proceso. Con los operarios se observa cuál es la distribución de los mismos por proceso y se puede empezar a proponer distintas maneras en la que el personal puede ser distribuido entre estos procesos.

Tabla 11.
Tabla del análisis de balance.

Análisis de balanceo				
Operación	Operador	Descripción	Tiempo	Takt
1	A/B	Descarga	53.77	64
2	C/D/E	Pelado	69.62	64
3	F	Corte de Manzanas	81.09	64
4	G	Corte en Maquina de corazones de palmito	48.20	64
5	H	Lavado de corazones	47.59	64
6	I/J	Selección e inspeccion	150.52	64
7	K	Cocinado	1798.95	64
8	L/M	Lavado	201.08	64
9	N/N/O	Pesado y Envasado	107.98	64
10	P	Colocado y transporte de latas	37.72	64
11	P/Q	Llenado de LQG y evacuado	30.78	64
12	R/S/T	Tapado y Sellado	57.70	64
13	U	Esterilizado y Enfriado	2942.20	64
14	V/W/X	Embalaje	16.41	64

Otro de los factores que podemos ver en la tabla anterior son los tiempos de ciclo establecidos por proceso. Estos tiempos fueron recogidos por medio de un muestreo diario y se pueden comprobar en **la Tabla 7**. Se pueden denotar a simple vista dos aspectos particulares de esta toma de tiempos. Estos son los elevados valores de tiempo de ciclo en los procesos del cocinado y esterilizado. Ambas son consideradas como las restricciones que determinarán la capacidad del sistema, debido a que, por limitaciones físicas de proceso, no pueden ser fácilmente aplacadas por medio de herramientas de mejora simples. Estas requerirán de una inversión por parte del departamento de producción. Ya sea compra de equipos para la esterilización o un traslado del proceso de cocinado a otra zona de la planta. El proceso de esterilizado es la restricción clave del todo el proceso productivo y será analizada entre una de las posibles actividades de mejora para el balance futuro.

En cuanto a la otra restricción se considera que el proceso de cocinado es prescindible para todo el proceso productivo. Esta actividad está clasificada como secundaria debido a que no forma parte de la línea directa de producción de palmito enlatado, ya que a pesar de que contribuya a la cantidad de inventario

final en el proceso de envasado, se abastece de los residuos del proceso de selección los cuales representan apenas el 5% del lote procesado por día. En la siguiente tabla podemos comparar el tiempo de ciclo total en el proceso, incluyendo el proceso de cocinado y sin el proceso de cocinado.

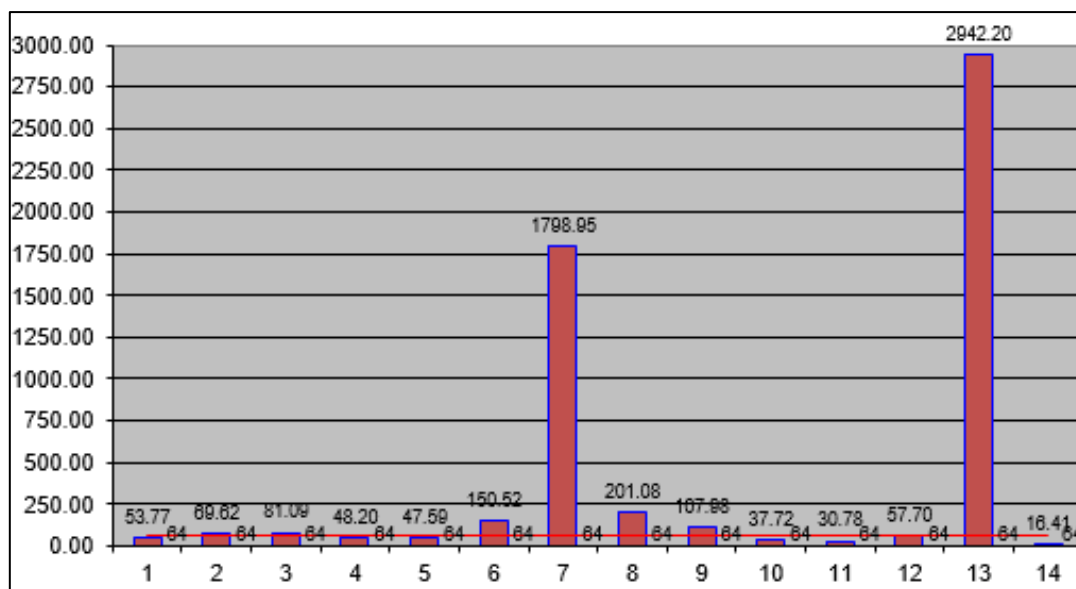
Tabla 12.

Comparación entre procesos con cocción y sin cocción.

	Operación	Cocinado	Sin Cocinado
1	Descarga	53.77	53.77
2	Pelado	69.62	69.62
3	Corte de Manzanas	81.09	81.09
4	Corte en Maquina de corazones de palmito	48.20	48.20
5	Lavado de corazones	47.59	47.59
6	Selección e inspeccion	150.52	150.52
7	Cocinado	1798.95	
8	Lavado	201.08	201.08
9	Pesado y Envasado	107.98	107.98
10	Colocado y transporte de latas	37.72	37.72
11	Llenado de LQG y evacuado	30.78	30.78
12	Tapado y Sellado	57.70	57.70
13	Esterilizado y Enfriado	2942.20	2942.20
14	Embalaje	16.41	16.41
	Total	5643.6	3844.7

Como podemos ver en la tabla 12 el tiempo de ciclo total del proceso total del palmito es de 5643.6 segundos y si se despreja el proceso de cocción el tiempo total de ciclo por unidad se reduce drásticamente a 3844.7.

Tabla 13.
Tabla del análisis de balance actual.



Tomado de (SIPIA S.A., 2017)

Con este análisis se puede determinar la capacidad del sistema. El tiempo más lento en este punto ignorando las restricciones de la esterilización y el cocinado vendrían a ser el del proceso de lavado seguido del de selección e inspección.

La capacidad del sistema es (Ecuación 2)

$$\text{Capacidad} = 64.4 \text{ seg} / 2942.2 \text{ seg} = 0.02$$

El diagrama se identifica que hay algunas actividades que exceden el tiempo *takt* del sistema. Por lo que se puede llegar a la conclusión de que existen cuellos de botella internos ya que la capacidad de la planta es menor que lo que puede cubrir en cuanto a la demanda de los clientes.

4.1.4. Trazado del VSM inicial:

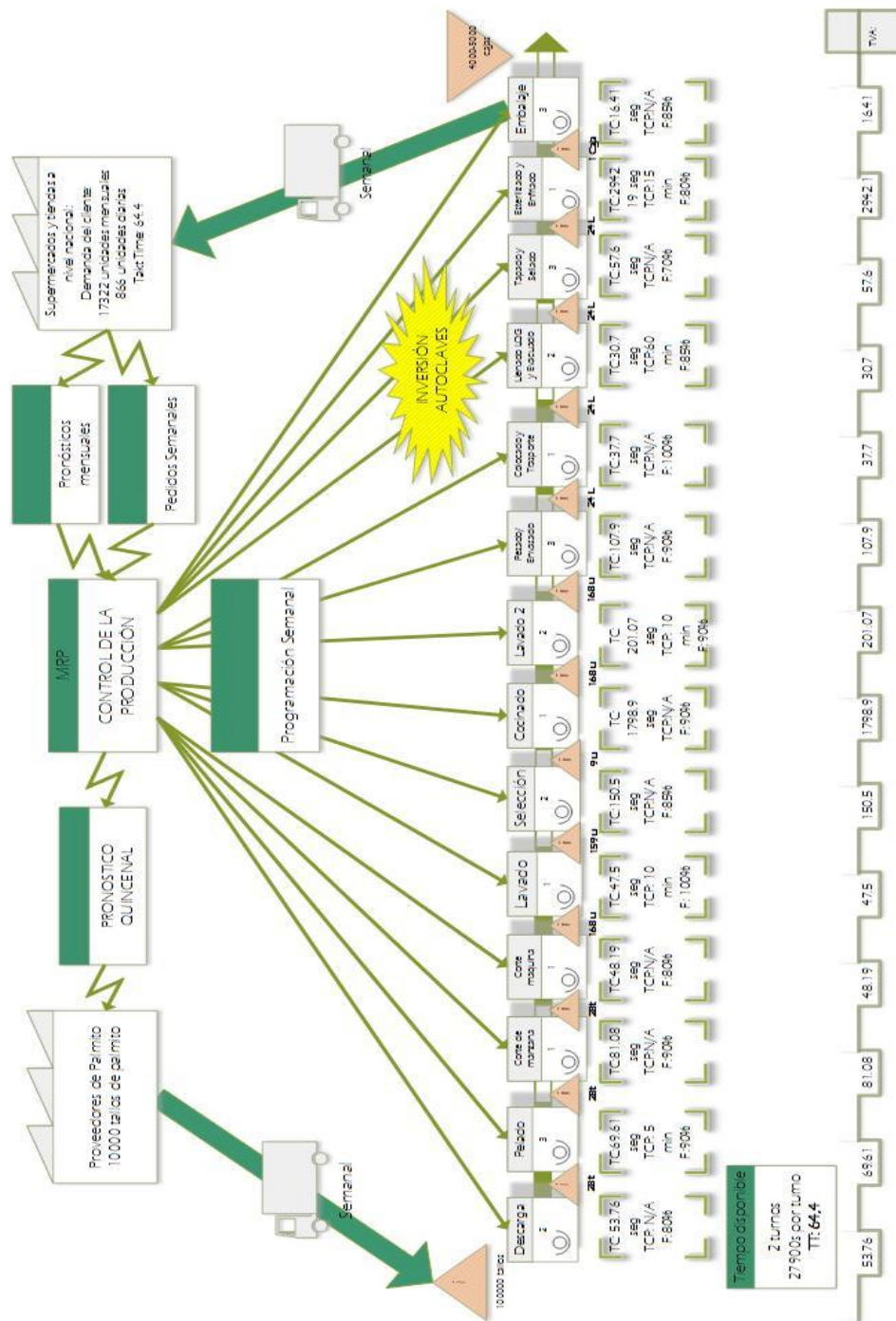


Figura 23. VSM actual.
Tomado de (SIPIA S.A., 2017)

La representación observada en la **Figura 23** es el diagramado de la información recopilada previamente, distribuido según la metodología VSM.

4.1.5. Balanceo de línea y distribución del personal

Una vez que se conocen los procesos y su capacidad en relación a la demanda se debe analizar que procesos pueden determinar aquellos procesos que pueden transformarse de manera que se establezca un flujo continuo entre ellos.

Lo que se hace en este paso es determinar que posibles estaciones de trabajo se pueden formar entre las actividades actuales, siempre y cuando no excedan el límite del *takt time*. En la tabla de balance se observó que hay un claro desbalance de los tiempos y por lo tanto existe la oportunidad de determinar los operarios que debería haber por proceso. Para este cálculo consideramos la ecuación 4 que divide el tiempo de ciclo para el *takt time*, luego se redondea al siguiente número para obtener un valor entero óptimo de operarios.

Uno de estos casos es para las actividades de corte en máquina y lavado primario del palmito. Ambos tiempos de ciclo son similares y están por debajo del tiempo disponible por lo que se puede establecer un flujo continuo entre estos dos procesos.

También se puede considerar un flujo continuo entre el área de paletizado de las latas hacia el área de evacuado. Esto por medio de una planificación de la preparación del túnel de evacuado, con el fin de evitar que existan tiempos muertos, en los que el producto se encuentra estancado. Una vez que se eliminan los tiempos de para por preparación del túnel se pueden evitar procesos de preparación y de paletizado de producto y el flujo puede ser continuo.

Regresando al tema de la restricción principal del flujo productivo, la esterilización podemos considerar que una inversión podría mejorar de manera significativa el flujo del sistema. La capacidad de las autoclaves está limitada por la cantidad de canastas y a su vez latas dentro de las canastas, que pueden contener.

Se consideran los siguientes datos:

- Dos autoclaves para el proceso de esterilización del palmito.
- Proceso de esterilización demora 45 minutos aproximadamente.
- Cada autoclave puede contener dos canastas y cada canasta contiene hasta 200 latas.
- La demanda diaria es de 866 cajas X 24 und = 20784 latas x día.
- Capacidad de la autoclave 400 latas u 800 latas en ambas autoclaves.
- Ambas autoclaves se pueden utilizar aproximadamente 11 veces diarias debido a temas de enfriamiento preventivo y preparación de los mismos.
- Esas 11 veces diarias permiten un promedio de 8800 latas diarias procesadas y de aquí surge la restricción del proceso por la capacidad de las autoclaves.

Se propone como solución la inversión posible en uno o dos autoclaves que reducirían significativamente el cuello de botella. El uso de 4 autoclaves implicaría el procesamiento de 17600 latas diarias.

4.1.6. Mejoras *Kaizen* y propuestas de mejora:



Figura 24. Icono de oportunidad de mejora
Tomado de (*Lean Six Sigma, 2011, p 45*)

Por medio de una lluvia de ideas de posibles oportunidades de mejora y la utilización de estallidos *Kaizen* en el mapa de valor actual podemos localizar los puntos del proceso donde podemos mejorar el proceso y eliminar restricciones, suavizando así los cuellos de botella.

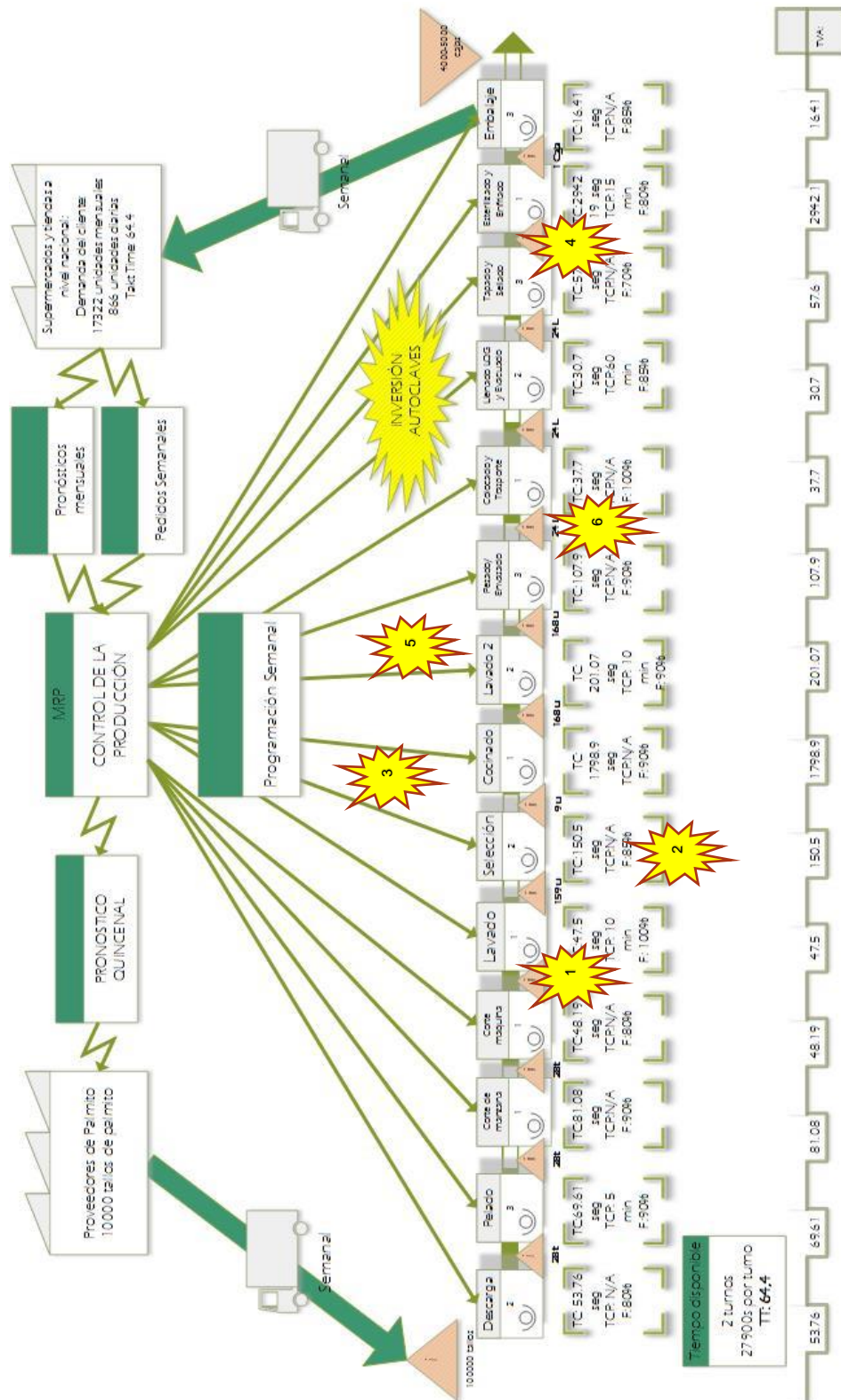


Figura 25. VSM actual con propuestas de mejora.

Para la elaboración del VSM futuro, el primer punto a definir es que actividades identificadas en el VSM presente son considerables para su posible mejora continua. Primero se identifica un cuello de botella y luego se proponen distintas maneras en las que se puede atacar el problema.

Tabla 14.
Tabla de Oportunidades de Mejora.

PLAN DE ACCIÓN			
NO.	DESPERDICIO IDENTIFICADO	MEJORA PROPUESTA	HERRAMIENTA
1	El proceso de corte y lavado de los corazones de palmito se divide en 2 partes y se considera que se puede establecer un flujo continuo.	Cambiar la forma física de la banda de entrada al corte de manera que el proceso se vuelve automático y el operario encargado del corte pueda hacerse cargo de el proceso de lavado. Así se podrá tener un operario en una actividad donde normalmente hay dos	Balace de línea / Mejoras Kanban / Flujo continuo / 5s
2	El proceso de selección e inspección esa restringido por la velocidad de la maquina de transporte y también por el numero de operarios en la línea. En esta actividad del proceso la materia prima tiende a acumularse o entrar de manera excesiva (entra mas rápido de lo que sale)	Re ingeniería de la banda de selección con el fin del aumento de volumen de palmito que esta puede manejar. Agregar un operario extra a la parte final de las tinas de selección.	Balace de línea/ trabajo por célula/ SMED
3	El proceso de cocinado no se considera tanto una restricción ya que es un subproceso, sin embargo el producto terminado en espera en esta actividad es considerable.	Propuesta de añadido de marmitas extras y de personal. Implementación de un Kanban para la reducción de producto en espera	Balace de línea/ trabajo por célula/ SMED
4	Desperdicio de cajas para empaque por fallas de diseño o por ruptura de la caja.	Identificación de problemas mediante 5 por que y prevención con AMEF para el proceso de diseño, transporte y almacenamiento de las cajas de palmito.	Prevención con AMEF
5	Capacidad de proceso baja por manufactura manual.	Aumento de mano de obra e implementación de Kanban para control de inventario.	SMED/Tarjetas Kanban/ Balace de línea /5s
6	Restricción en la etapa de esterilizado por volumen de proceso en autoclaves	Ajuste del flujo de producción, y estandarización de los procesos de esterilizado con el fin de facilitar su uso poder planificar de mejor manera los procesos productivos del palmito.	Mejora continua / SMED/5s

4.2. VSM Futuro:

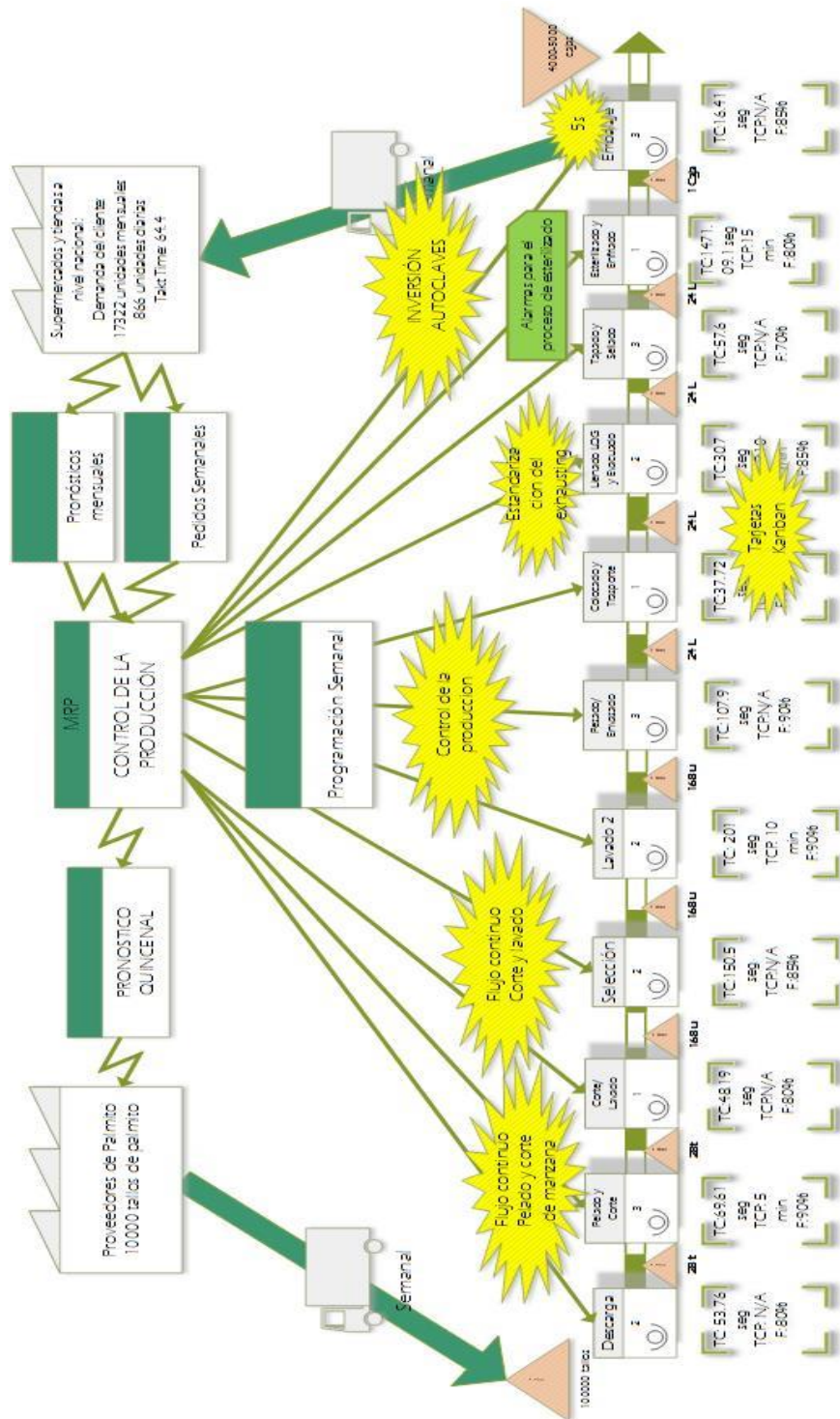


Figura 26: VSM en estado futuro.

4.2.1. Balance Futuro y Resultados:

Una vez graficado el VSM futuro y sus posibles oportunidades de mejora podemos establecer cuáles son los pasos en el proceso que vendrían a verse alterados para la mejora de la línea. En la **Tabla 13** se enlista la nueva serie de pasos a seguir en el proceso y se denota el nuevo tiempo de ciclo total para la producción del palmito.

Tabla 15.
Tabla de análisis de balance futuro

Operación	Operador	Descripción	Tiempo	Takt
1	A/B	Descarga	53.76	64
2	C/D/E	Pelado	69.61	64
3	F	Corte de Manzanas/Lavado	48.19	64
4	I/J	Selección e inspeccion	150.52	64
5	L/M	Lavado	201.07	64
6	N/N/O	Pesado y Envasado	107.90	64
7	P	Colocado y transporte de latas	37.70	64
8	P/Q	Llenado de LQG y evacuado	30.70	64
9	R/S/T	Tapado y Sellado	57.60	64
10	U	Esterilizado y Enfriado	1471.09	64
11	V/W/X	Embalaje	16.41	64

En la Tabla 13 se pueden denotar los procesos que fueron reemplazados o que se establecieron como procesos continuos para la mejora de la línea.

Si comparamos los procesos del balance futuro con los del balance actual, identificamos que se eliminaron los siguientes procesos: 4,5,7

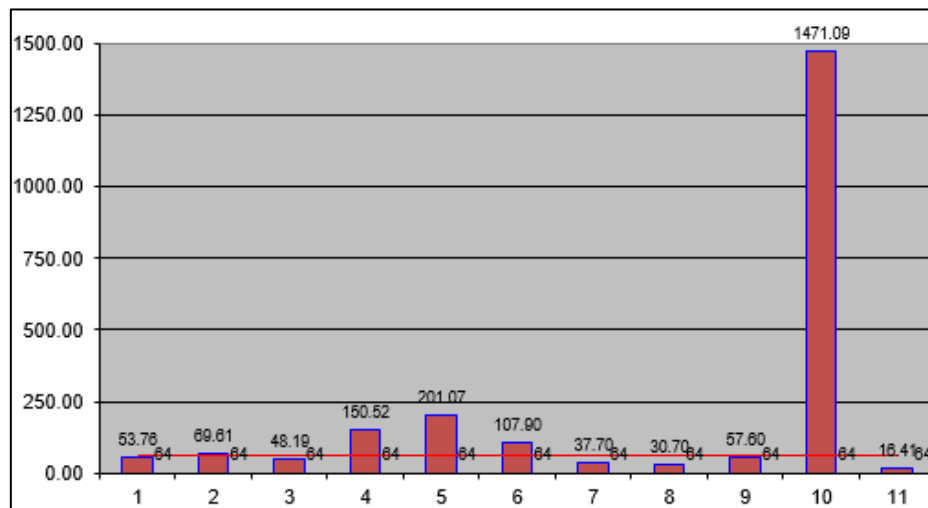
- Proceso de Lavado Inicial: Se hace flujo continuo con la actividad de corte previa y se designa a un operario el cual será capacitado en ambas operaciones.
- Proceso de Cocinado: Ahora se considera dicho proceso como una actividad suplementaria que no agrega valor por lo tanto queda fuera de las actividades del proceso principal.
- Proceso de Corte: Ahora integrado al proceso de pelado.

Con estos cambios posibles en el nuevo balance obtendríamos los siguientes cambios significativos en la línea:

- Menor tiempo de ciclo de 2244.55 segundos.
- Reducción del número de actividades de 14 a 11.
- Trabajador F encargado de actividades de corte y lavado inicial
- Reducción del tiempo de esterilizado por aumento de autoclaves en la mitad.

Tabla 16.

Tabla de balance futuro



A pesar de los cambios implementados, si se observa la **Tabla 16** se puede observar que el tiempo de esterilizado excede el tiempo *takt* previamente calculado por lo que se considerara un replanteo de la solución del aumento de autoclaves a un posible cambio de método en la esterilización del palmito.

5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

El análisis de la cadena de valor más el desarrollo del VSM (mapa de valor), resultó en la mejor comprensión del proceso productivo de la empresa, y a la vez se pudieron identificar las pautas básicas para la función óptima de cada actividad.

Durante el primer levantamiento de procesos se identificaron mermas de distintos tipos en áreas de alta importancia en el proceso productivo. Dichos desperdicios representaron puntos de partida para la identificación y desglose de los errores.

Al momento de identificar las familias de productos dentro de la línea de enlatados, se pudo determinar que la producción del palmito enlatado es aquella que más representa para la empresa. Ya que esta representa el mayor porcentaje de ventas de la planta, se estableció que se priorizaría a este proceso en el estudio del VSM propuesto.

El estudio de tiempos de el palmito enlatado nos permitió separar las actividades que agregan valor al producto de las que no representan un valor agregado, todo esto desde el punto de vista del cliente externo. Primero se estableció que la demanda mensual promedio tenía como unidad cajas de palmito, de 24 unidades cada una. Después de la identificación de sujeto de estudio, se procedió al estudio de tiempos donde se determinó un tiempo total de ciclo para el procesamiento de una caja de 4661 segundos, o una hora y media aproximadamente.

Los cuellos de botella fueron inicialmente identificados mediante su esquematización y estudio por medio de diagrama de Ishikawa se pudieron

detectar posibles causas raíces para los posibles cuellos de botella iniciales. A partir de estos diagnósticos se definieron oportunidades de mejora inmediatas o *quick wins*.

Todas las herramientas que conforman la metodología *Lean Six Sigma*, tienen la capacidad de integrarse a cualquier tipo de proceso productivo de acuerdo a la estrategia definida por la empresa. Además de esto se ajustan a la escala y alcance del estudio que se defina.

5.2 Recomendaciones

Un proyecto *VSM* escalado para una línea productiva de una empresa, podrá ser aplicado de mejor manera si se establece un equipo para su implementación en un principio y también si se cuenta con el apoyo de la dirección. Por lo que es recomendable designar un líder y un equipo que lleve a cabo el proyecto. Aquí la cultura empresarial juega un papel muy importante. Por esto se recomienda la capacitación de todos los colaboradores de la empresa, así como de los líderes.

Para un proyecto de implementación de mejora continua una previa estandarización es recomendada. El uso de normas internacionales y certificaciones es sugerido para tener una base sobre la que los equipos de mejora puedan actuar.

La escala de aplicación del proyecto es de suma importancia para los beneficios de la empresa. Un *VSM* implementado a larga escala en todos los procesos de la empresa tendrá significativamente mejores resultados que un proyecto implementado en una sola línea.

Dado el bajo impacto en el aumento de las autoclaves para reducir su tiempo de ciclo es recomendable considerar el método de Ozonificación para la esterilización, por su mejorada velocidad y capacidad.

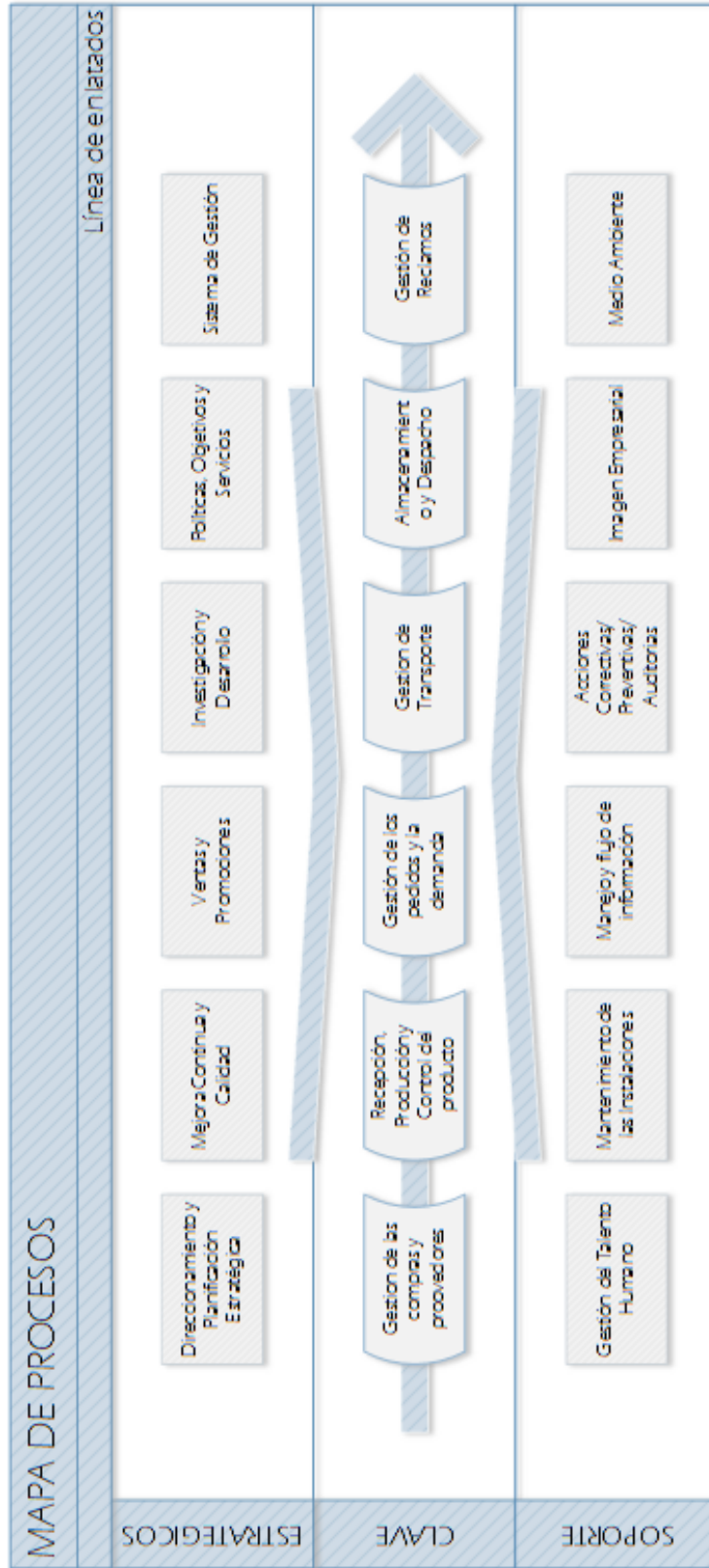
REFERENCIAS

- Anderson, D. J. (2010). *Kanban: successful evolutionary change for your technology business*. Blue Hole Press.
- Bialek, R. G., Duffy, G. L., & Moran, J. W. (2009). *The public health quality improvement handbook*. ASQ Quality Press.
- Francisco Madariaga, (2013), "Lean Manufacturing: Exposicion Adaptada a la Fabricacion Repetitiva de Familias de Productos Mediante Procesos Discretos.", Editorial Bubok Publishing, S.L
- Google Maps (s.f.) *Ubicación de SIPIA S.A*. Recuperado el 4 de junio de 2017, de <https://www.google.com.ec/maps/place/SNOB-Sipia/@-0.2063311,78.3703548,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d593eeb6ce233d:0x98798b53d2613746!8m2!3d-0.2063311!4d-78.3681661?hl=en/>
- Gwiazda, A. (2006). Quality tools in a process of technical project management. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 18(1-2), 439-442.
- Ishikawa, K. (1986). *Guide to quality control*. Quality Resources.
- Jhon X. Wang, (2011), "Lean Manufacturing: Business Bottom - Line Based", Editorial Taylor and Francis Group, Boca Raton - Florida
- Keyte, B., & Locher, D. A. (2004). *The complete lean enterprise: value stream mapping for administrative and office processes*. CRC Press.
- Kirk D. Zylstra, (2012), "Lean Distribution: Applying Lean Manufacturing to Distribution, Logistics and Supply Chain", Editorial Jhon Wiley & Sons Inc., Hoboken - New Jersey.
- Kubiak, T. M., & Benbow, D. W. (2009). *The certified six sigma black belt handbook*. ASQ Quality Press.
- Lonnie Wilson, (2015), "How To Implement Lean Manufacturing, Second Edition", Editorial McGraw Hill Professional, Texas.
- Luis Socconini, (2014), "*Certificación Lean Six Sigma Yellow Belt para la excelencia en los negocios*" Marge Books, Barcelona – España.
- Manuel Rajadell, (2010), "Lean Manufacturing: La Evidencia de una necesidad", Editorial Díaz de Santos, Madrid – España.

- Martin, K., & Osterling, M. (2014). Value stream mapping. Estados Unidos de América: Shingo Institute.
- Michael Dudbridge, (2011), "Handbook of Lean Manufacturing in the Food Industry", Editorial Blackwell Publishing, Reino Unido.
- Monden, Y. (2011). Toyota production system: an integrated approach to just-in-time. CRC Press.
- Niebel, B. W., Freivalds, A., & Osuna, M. A. G. (2004). Métodos, estándares y diseño del trabajo. Alfaomega.
- Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean Six Sigma. International Journal of Quality & Reliability Management, 27(2), 138-155.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda. Lean Enterprise Institute.
- SIPIA S.A. (s.f.) *Presentacion Palmito "A/B"*. Recuperado el 18 de abril de 2017, de <http://alimentosnob.com/>
- Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, E. (2007). Manual de Lean Manufacturing, guía básica. Editorial Limusa. México.

ANEXOS

ANEXO 1. Mapa de procesos



ANEXO 2. Tabla de recopilación de tiempos y observaciones

ACTIVIDADES PRINCIPALES								
PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD	ACTIVIDAD	PERSONAS	TIEMPO EN MINUTOS/ CICLO PROCESO	TIEMPO EN MINUTOS DEL CICLO /PERSONA	TIEMPO DE CICLO EN HORAS	
PALMITO "A/B" 410g	10000	Unidades	DESCARGADO	2	240.00	480.00	5000 tallos - 4 personas - 1 hora Estándar: 11 tallos por minuto x persona	
	10000	Unidades	PELADO	3	303.03	909.09		
	10000	Unidades	CORTADO DE MANZANAS	1	370.00	370.00		
	10000	Unidades	CORTADO EN MÁQUINA DE CORAZONES DE PALMITO	1	224.40	224.40		
	360	Cajas	LAVADO DE CORAZONES DE PALMITO	1	227.4	227.40		
	360	Cajas	SELECCIÓN E INSPECCIÓN	2	691.2	1382.40	Estándar: 12 Latas por minuto x persona	
	360	Cajas	COCINADO DE PALMITOS DUROS	1	448.8	448.80		
	360	Cajas	LAVADO Y PESADO	2	864.00	1728.00	Estándar: 7 - 10 Latas por minuto x persona	
	360	Cajas	ENVASADO	3	410.40	1231.20	Estándar: 21 Latas por minuto x persona	
	360	Cajas	COLOCADO DE LATAS EN BANDA	1	195.00	195.00		
	360	Cajas	PASADO Y LLENADO DE LG	2	138	276.00	Estándar: 62 - 65 cajas x hora	
	360	Cajas	SELLADO	3	210	630.00	Estándar: 40 - 43 unidades x minuto	
	360	Cajas	ESTERILIZADO Y ENFRIADO	1	165	165.00		
	360	Cajas	EMBALAJE	3	72	216.00	Estándar: 100 cajas x hora	
	TOTAL					4559.23	8463.29	

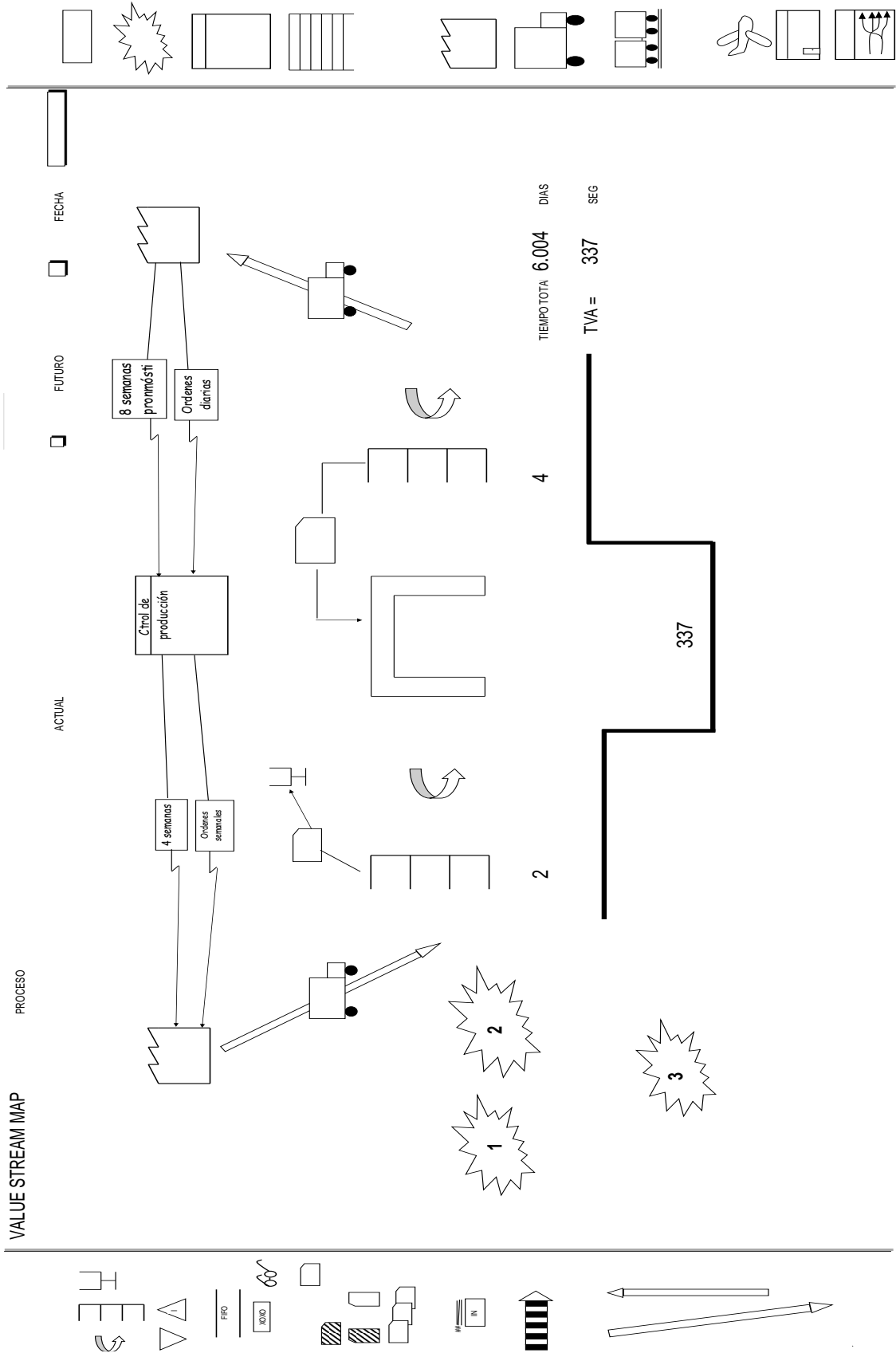
ANEXO 3. Tabla de actividades de valor no agregado

ACTIVIDADES SUPLEMENTARIAS O DE SOPORTE							TIEMPO DE CICLO EN HORAS
PRODUCTO	CANTIDAD	UNIDAD	ACTIVIDAD	PERSONAS	TIEMPO EN MINUTOS/ CICLO PROCESO	TIEMPO EN MINUTOS DEL CICLO /PERSONA	OBSERVACIONES
			RETRAI DO DE PALLETS Y DESEJADO DE CALLE AL INGRESO A BODEGA	1	20.32	20.32	
			INGRESO CAMIÓN Y UBICACIÓN/DEMOJAS EN INGRESO POR PRESENCIA DE CAMIONES CON OTRAS MP	1	7.54	7.54	
			PREPARACIÓN DE AREA Y MOVIMIENTO DE COCHES	3	2.30	6.90	
			ENTREGA DE SOGAS Y GUANTES PARA BAJADORES PALMITO	1	0.50	0.50	
			UBICACIÓN DE COCHES VACIOS DE PALMITO PARA BAJADO DE CAMIÓN	5	2.34	11.70	
			TRANSPORTE Y PREPARACIÓN DE GAVETAS Y PSOS	2	6.40	12.80	
	10000	TALLOS	TRANSPORTE DE COCHES A LÍNEA	1	12.00	12.00	
			LLENADO DE AGUA EN TANQUES	1	57.76	57.76	
	10000	TALLOS	TRANSPORTE Y UBICACIÓN COCHES EN LÍNEA	5	10.00	50.00	
			ENTREGA DE CUCHILLOS A TODA LA LÍNEA	1	1.44	1.44	
			REVISIÓN DE EQUIPOS ANTES DE INICIAR OPERACIONES	1	5.10	5.10	
	10000	TALLOS	ABASTECIMIENTO DE PALMITO A BANDA PARA PELADO	4	144.00	576.00	cada uno coge palmito c/1 minuto
	12	TANQUES	TRANSPORTE DE TANQUES CON MANZANAS	2	10.00	20.00	
			LIMPIEZA DE LÍNEA Y PSOS	1	28.18	28.18	c/meda hora
	10000	TALLOS	DESECHO DE CÁSCARA DE PALMITO A CAMIÓN DE BASURA	1	77.92	77.92	
	10000	TALLOS	CORRIDO DE PALMITO DESDE LA BANDA	1	60.00	60.00	
			LIMPIEZA CAJA DE REVISIÓN UBICADA EN AREA	1	45.00	45.00	
			REFUERZO PARA ELIMINACIÓN DE DESECHOS	1	3.00	3.00	Cuando se satura la basura en área
			CAMBIO DE AGUA EN COCHES DE LAVADO DE PALMITO	1	9.00	9.00	
			BÚSQUEDA DE MANGUERAS PARA CONEXIONES DE AGUA	1	1.20	1.20	
			BÚSQUEDA DE TANQUES Y GAVETAS PARA PALMITO CORTADO	1	3.40	3.40	
	800	TALLOS	TRANSPORTE DE PALMITO HASTA LÍNEA DE ENVASADO	1	1.4	1.40	
			BASURA Y DESECHOS DEL DÍA ANTERIOR OCASIONAN PARO DE LA LÍNEA PARA PODER RETIRAR TANQUES Y HACER ESPACIO	1	8	8.00	Depende mucho de la labor del gestor de desechos
			LAVADO DE BANDA	1	9.55	9.55	
			INSPECCIÓN DE CALIDAD	1	2.18	2.18	
			LAVADO DE TANQUES PARA ENVASADO	1	5.55	5.55	
			LLENADO DE TANQUES CON AGUA	1	9.16	9.16	
			TRANSPORTE Y UBICACIÓN DE BALANZAS	1	8.34	8.34	

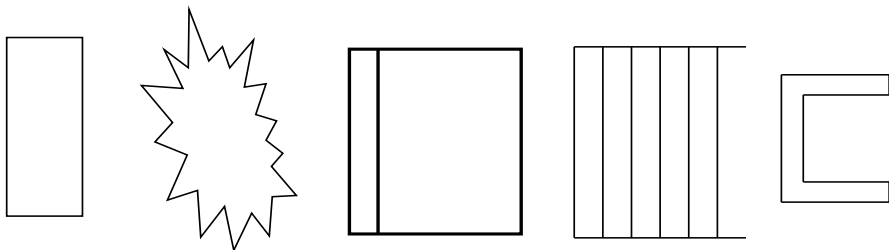
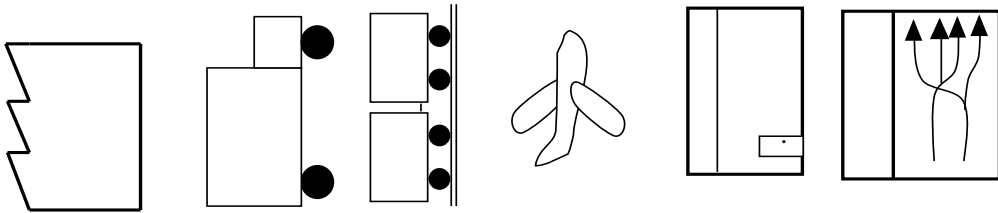
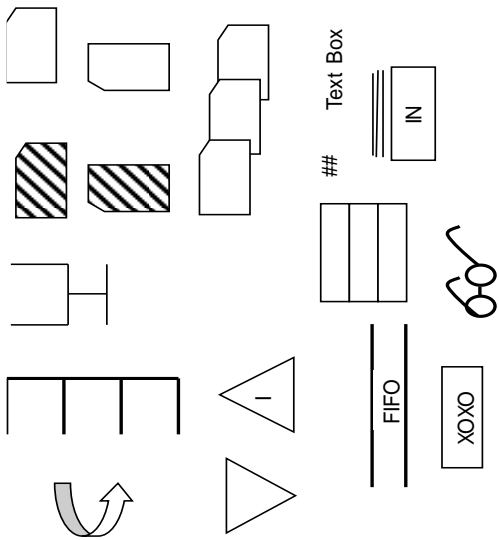
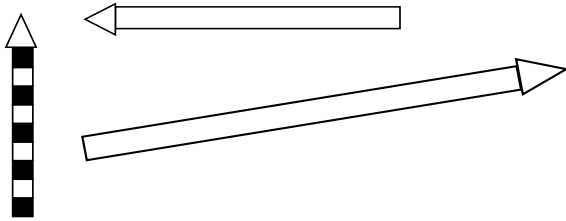
PALMITO

20.51933333

ANEXO 6. Referencia de VSM a futuro (Icono)



ANEXO 7. Simbología general de VSM




ANEXO 8. Programación semanal de producción de enlatados

DIA	Código	LINEA	PRODUCTO	PRODUCCION	OBSERV	UNIDADES	HH
20-feb-17	700037	ENLATADOS	ARVEJA SNOB 420 G. EASY OPEN GENÉRICO	22	222	528	7
20-feb-17	700476	ENLATADOS	FREJOL BLANCO 425 GR SNOB GENÉRICO	57	581	1,368	12
20-feb-17	700307	ENLATADOS	FREJOL NEGRO 425 GR. EASY OPEN GENÉRICO	57	581	1,368	19
20-feb-17	700306	ENLATADOS	FREJOL ROJO 425 GR. Genérico	90	918	2,160	30
20-feb-17	700137	ENLATADOS	PIÑAS EN ALMIBAR SNOB 600 G GENÉRICO	250	3,600	6,000	297
20-feb-17	700506	ENLATADOS	PIÑAS EN RODAJAS EN SU JUGO 810 G EXPORTACIÓN GENÉRICO	685	555	685	62
21-feb-17	700525	ENLATADOS	PALMITO CORAZONES EN RODAJAS 410 G EASY OPEN GENÉRICO	795	7,823	19,080	341
21-feb-17	700114	ENLATADOS	PALMITO CULTIVADO "B" 410 G. GENÉRICO	155	1,525	3,720	51
21-feb-17	700524	ENLATADOS	PALMITO MEDALLONES 410 G. EASY OPEN GENÉRICO	200	1,968	4,800	176
21-feb-17	700496	ENLATADOS	PALMITO TROZOS MIX SNOB 410 G EASY OPEN GENÉRICO	140	1,378	3,360	128
22-feb-17	700349	ENLATADOS	CHAMPIÑON TAJADO SNOB 400 G. GENÉRICO	200	1,920	4,800	64
22-feb-17	700306	ENLATADOS	FREJOL ROJO 425 GR. Genérico	128	1,306	3,072	42
22-feb-17	700475	ENLATADOS	GARBANZO 425GR SNOB GENÉRICO	54	551	1,296	12
22-feb-17	700137	ENLATADOS	PIÑAS EN ALMIBAR SNOB 600 G GENÉRICO	135	1,944	3,240	160
23-feb-17	700447	ENLATADOS	MAÍZ DULCE SNOB 425 G GENÉRICO	100	1,020	2,400	17
23-feb-17	700525	ENLATADOS	PALMITO CORAZONES EN RODAJAS 410 G EASY OPEN GENÉRICO	235	2,312	5,640	101
23-feb-17	700188	ENLATADOS	PALMITO CULTIVADO "B" 410 G EASY OPEN GENÉRICO	280	2,755	6,720	125
23-feb-17	700114	ENLATADOS	PALMITO CULTIVADO "B" 410 G. GENÉRICO	900	8,856	21,600	296
23-feb-17	700524	ENLATADOS	PALMITO MEDALLONES 410 G. EASY OPEN GENÉRICO	300	2,952	7,200	264
23-feb-17	700496	ENLATADOS	PALMITO TROZOS MIX SNOB 410 G EASY OPEN GENÉRICO	205	2,017	4,920	188
24-feb-17	700035	ENLATADOS	ALCACHOFA ENTERA 400 G GENÉRICO	10	103	240	16
24-feb-17	700033	ENLATADOS	ALCACHOFA MITADES 400 G. GENÉRICO	50	480	1,200	78
24-feb-17	700447	ENLATADOS	MAÍZ DULCE SNOB 425 G GENÉRICO	100	1,020	2,400	17
					46,387		
							2,502

ANEXO 10. Programación Semanal de Producción General. (Continuación)

2246b-17	700105	CONCENTRADOS	MIERMELEDA PINA SNOB 4.8 KG GENÉRICO	34	163	34	2					
2246b-17	700536	CONCENTRADOS	MIERMELEDA PINA SNOB SACHET 100 G GENÉRICO	32	154	154	44					
2246b-17	700283	CONCENTRADOS	MIERMELEDA PINA SNOB SACHET 250 G GENÉRICO	182	1,048	4,368	126					
2246b-17	700128	VIARIOS	PEPINILLO AGRDULCE SNOB 220 G DOY PACK GENÉRICO	42	222	1,008	35					
2246b-17	700128	VIARIOS	PEPINILLO AGRDULCE SNOB 4.1 KG GENÉRICO	85	349	85	22					
2246b-17	700132	VIARIOS	PEPINILLO ENTERO SNOB 470 G GENÉRICO	20	226	480	42					
2246b-17	700131	VIARIOS	PEPINILLO ENTERO SNOB 4.1 KG GENÉRICO	120	492	1,200	25					
2246b-17	700202	VIARIOS	PEPINILLO ENTERO SNOB 220 G DOY PACK GENÉRICO	56	296	1,344	14					
2246b-17	700133	VIARIOS	PEPINILLO ENTERO SNOB 470 G GENÉRICO	25	282	600	52					
2246b-17	700137	ENLATADOS	PIÑAS EN ALMIBAR SNOB 600 G GENÉRICO	135	1,944	3,240	160					
2246b-17	600012	-	SEMIELABORADO DE FRUTILLA LIGHT	204	-	204	-					
2246b-17	600011	-	SEMIELABORADO DE FRUTILLA	1,491	-	1,491	-					
2246b-17	600039	-	SEMIELABORADO DE MANTIQUELLA DE MANÍ	104	-	104	-					
2246b-17	600005	-	SEMIELABORADO DE PINA	1,360	-	1,360	-					
2246b-17	700331	ENVASADOS	VINAGRE BLANCO SNOB 250 CC GENÉRICO	140	672	3,360	17					
2346b-17	700501	VIARIOS	ACEITUNAS VERDES TAJADAS EN SALMUERA SNOB 240 G GENÉRICO	100	576	2,400	58					
2346b-17	700489	VIARIOS	ACEITUNAS VERDES RELLENAS EN SALMUERA SNOB 240 G GENÉRICO	50	288	1,200	29					
2346b-17	700500	VIARIOS	ACEITUNAS VERDES ENTERAS EN SALMUERA SNOB 240 G GENÉRICO	100	576	2,400	58					
2346b-17	700447	ENLATADOS	MAIZ DULCE SNOB 425 G GENÉRICO	100	1,020	2,400	17					
2346b-17	700089	CONCENTRADOS	MIERMELEDA FRUTIMORA SNOB 290 G GENÉRICO	42	287	1,008	9					
2346b-17	700533	CONCENTRADOS	MIERMELEDA FRUTIMORA SNOB 600 G GENÉRICO	56	806	1,344	18					
2346b-17	700280	CONCENTRADOS	MIERMELEDA FRUTIMORA SNOB SACHET 100 G GENÉRICO	40	192	1,920	53					
2346b-17	700098	CONCENTRADOS	MIERMELEDA FRUTIMORA SNOB SACHET 250 G GENÉRICO	221	1,273	5,304	145		896		1,199.19	
2346b-17	700098	CONCENTRADOS	MIERMELEDA MORA SNOB 290 G GENÉRICO	98	694	2,352	20					
2346b-17	700098	CONCENTRADOS	MIERMELEDA MORA SNOB 4.8 KG GENÉRICO	95	456	95	7					
2346b-17	700525	ENLATADOS	PALMITO CORAZONES EN RODAJAS 410 G EASY OPEN GENÉRICO	235	2,312	5,640	101					
2346b-17	700188	ENLATADOS	PALMITO CULTIVADO "B" 410 G EASY OPEN GENÉRICO	280	2,755	6,720	125					
2346b-17	700114	ENLATADOS	PALMITO CULTIVADO "B" 410 G GENÉRICO	900	8,856	21,600	296					
2346b-17	700524	ENLATADOS	PALMITO MEDALLONES 410 G EASY OPEN GENÉRICO	300	2,952	7,200	264					
2346b-17	700496	ENLATADOS	PALMITO TROZOS MIX SNOB 410 G EASY OPEN GENÉRICO	205	2,017	4,920	188					
2346b-17	600002	-	SEMIELABORADO DE FRUTIMORA	2,600	-	2,600	-					
2346b-17	600000	-	SEMIELABORADO DE MORA	1,200	-	1,200	-					
2346b-17	700158	ENVASADOS	VINAGRE BLANCO SNOB 500 CC GENÉRICO	108	1,296	2,592	23					
2446b-17	700444	VIARIOS	ACEITUNA TAJADA SNOB 4.1 KG GENÉRICO	150	615	150	16					
2446b-17	700489	VIARIOS	ACEITUNAS VERDES RELLENAS EN SALMUERA SNOB 240 G GENÉRICO	100	576	2,400	58					
2446b-17	700501	VIARIOS	ACEITUNAS VERDES TAJADAS EN SALMUERA SNOB 240 G GENÉRICO	50	288	1,200	29					
2446b-17	700502	VIARIOS	ACEITUNAS VERDES SIN HUESO EN SALMUERA SNOB 240 G GENÉRICO	150	864	3,600	87					
2446b-17	700035	ENLATADOS	ALCACHOFA ENTERA 400 G GENÉRICO	10	103	240	16					
2446b-17	700033	ENLATADOS	ALCACHOFA MITADES 400 G GENÉRICO	50	480	1,200	78					
2446b-17	700447	VIARIOS	CHOCLITO SNOB 210 G GENÉRICO	21	121	504	31					
2446b-17	700447	ENLATADOS	MAIZ DULCE SNOB 425 G GENÉRICO	100	1,020	2,400	17					
2446b-17	700247	CONCENTRADOS	MIERMELEDA FRUTIMORA LIGHT SNOB 320 G GENÉRICO	30	230	720	25					
2446b-17	700089	CONCENTRADOS	MIERMELEDA FRUTIMORA SNOB 290 G GENÉRICO	98	694	2,352	21					
2446b-17	700091	CONCENTRADOS	MIERMELEDA FRUTIMORA SNOB 600 G GENÉRICO	35	504	840	11					
2446b-17	700533	CONCENTRADOS	MIERMELEDA FRUTIMORA SNOB SACHET 100 G GENÉRICO	40	192	1,920	53					
2446b-17	700280	CONCENTRADOS	MIERMELEDA FRUTIMORA SNOB SACHET 250 G GENÉRICO	272	1,567	6,528	179		896		254.86	
2446b-17	700127	CONCENTRADOS	PASTA DE AJO 250 G GENÉRICO	32	192	768	11					
2446b-17	700328	CONCENTRADOS	PASTA DE AJO 200 G DOY PACK GENÉRICO	152	730	3,648	166					
2446b-17	700203	VIARIOS	PEPINILLO AGRDULCE SNOB 220 G DOY PACK GENÉRICO	42	222	1,008	35					
2446b-17	700128	VIARIOS	PEPINILLO AGRDULCE SNOB 4.1 KG GENÉRICO	85	349	85	22					
2446b-17	700132	VIARIOS	PEPINILLO ENTERO SNOB 470 G GENÉRICO	20	226	480	42					
2446b-17	700131	VIARIOS	PEPINILLO ENTERO SNOB 4.1 KG GENÉRICO	120	492	1,200	25					
2446b-17	700202	VIARIOS	PEPINILLO ENTERO SNOB 220 G DOY PACK GENÉRICO	56	296	1,344	14					
2446b-17	700133	VIARIOS	PEPINILLO ENTERO SNOB 470 G GENÉRICO	26	282	600	52					
2446b-17	600002	-	SEMIELABORADO DE FRUTIMORA	3,000	-	3,000	-					
2446b-17	600009	-	SEMIELABORADO DE FRUTIMORA LIGHT	258	-	258	-					
2446b-17	700159	ENVASADOS	VINAGRE BLANCO SNOB 4000 CC GENÉRICO	220	880	220	4					
2446b-17	700160	ENVASADOS	VINAGRE ESPECIAL SNOB 500 CC GENÉRICO	54	648	1,296	13					
				89,197				5,663	4,480	-	1,183	2,757

ANEXO 11. Lista de precios unitarios Enlatados de sal

Identificación: CAL- L61		Revisión: 01		Vigencia: 25-04-2016		Página 1 de 2				
		LISTA GENERAL DE PRECIOS								
Lista de precios no incluye IVA				Lista de precios no incluye IVA						
CODIGO BARRAS	CODIGO BARRAS	CODIGO INTERNO	PRODUCTOS	UXC	PRECIO UNIDAD	PRECIO CAJA	P.V.P.	TIEMPO DE VIDA UTIL	SIGLAS DEL PRODUCTO	PESO DRENADO
13	14		MERMELADAS 290 FRASCO							
ENLATADOS/FRASCOS DE SAL										
7861001921083	37861001921084	800033	Alcachofas mitades 400 gr	24	2.41	57.84	3.67	730 dias	AM	230 g
7861001921069	37861001921060	800035	Alcachofas enteras 400 gr	24	2.39	57.36	3.46	730 dias	AE	230 g
7861001921052	37861001921053	800037	Arveja lata 420 gr	24	1.23	29.52	1.73	1460 dias	AS	252 g
7861001932102	37861001932103	800323	Champiñón entero lata 400 gr. importado	24	3.05	73.08	4.77	1095 dias	CE5	220 g
7861001932225	17861001932222	800324	Champiñón entero lata 3000 gr. importado	6	20.94	125.66	27.43	1095 dias	CE5	1800 g
7861001932102	37861001932103	800323	Champiñón entero lata 400 gr. nacional	24	3.05	73.08	4.77	1460 dias	CE5	220 g
7861001932225	17861001932222	800324	Champiñón entero lata 3000 gr. nacional	6	20.94	125.66	27.43	1460 dias	CE5	1800 g
7861001933031		800042	Champiñón entero vinagre 4.1 kg	1	32.17	32.17	52.73	365 dias	CHVS	2500 g
7861001932232	37861001932233	800325	Champiñón tajado lata 180 gr. importado	24	1.65	39.53	2.60	1095 dias	CTS	101 g
7861001932201	37861001932202	800326	Champiñón tajado lata 400 gr importado	24	2.83	67.97	3.94	1095 dias	CTS	220 g
7861001932249	17861001932246	800327	Champiñón tajado lata 3000 gr. importado	6	19.64	117.81	25.72	1095 dias	CTS	1800 g
7861001932232	37861001932233	800325	Champiñón tajado lata 180 gr. nacional	24	1.65	39.53	2.60	1460 dias	CTS	101 g

ANEXO 12. Lista de precios unitarios Enlatados de sal (Continuación)

Identificación: CAL- L61										
Revisión: 01										
Vigencia: 25-04-2016										
Página 1 de 2										
										
LISTA GENERAL DE PRECIOS										
Lista de precios no incluye IVA										
CODIGO BARRAS 13	CODIGO BARRAS 14	CODIGO INTERNO	PRODUCTOS	UXC	PRECIO UNIDAD	PRECIO CAJA	P.V.P.	TIEMPO DE VIDA UTIL	SIGLAS DEL PRODUCTO	PESO DRENADO
			MERMELADAS 290 FRASCO							
7861001932201	37861001932202	800326	Champiñón tajado lata 400 gr. nacional	24	2.83	67.97	3.94	1460 días	CTS	220 g
7861001932249	17861001932246	800327	Champiñón tajado lata 3000 gr. nacional	6	19.64	117.81	25.72	1460 días	CTS	1800 g
7861001933031		800457	Champiñón tajado vinagre 4.1 kg	1	28.63	28.63	46.93	365 días	CTS	2500 g
7861001921014	37861001921015	800056	Espárrago blanco 430 gr	24	3.24	77.76	4.56	1460 días	EBS	260 g
7861001921212	37861001921213	800059	Espárrago verde 430 gr	24	3.36	80.64	5.20	730 días	EVS	260 g
7861001921113	37861001921114	800057	Espárrago trozos 430 gr	24	1.57	37.68	2.33	1460 días	EBTS	260 g
7861001921311	27861001921315	800004	Espárrago blanco jumbo 350 gr.	12	3.16	37.92	3.97	730 días	EBS	210 g
7861001921045	37861001921046	800192	Palmito entero 410 gr	24	2.10	50.40	3.18	1460 días	PCB	246 g
7861001912333	37861001912334	800410	Palmito trozo 410 gr	24	1.88	45.12	2.81	1460 días	PTR	246 g
7861001934069	27861001934063	800198	Palmito frasco 440 gr	12	2.66	31.92	4.07	1095 días	PCB	264 g
7861001923049	27861001923043	800191	Palmito entero 810 gr	12	3.71	44.52	5.55	1460 días	PCB	486 g
7861001912357	27861001912351	800420	Ceviche de Palmito 220 gr	12	2.60	31.20	3.60	730 días	CPS	N/A
7861001922134	37861001922135	800007	Tomates enteros pelados 400 gr importado	24	2.13	51.07	3.08	730 días	TPS	240 g

ANEXO 13. Lista de precios unitarios Enlatados de sal (Continuación)

Identificación: CAL- L61		Revisión: 01		Vigencia: 25-04-2016		Página 1 de 2															
CODIGO BARRAS 13		CODIGO BARRAS 14		CODIGO INTERNO		PRODUCTOS		UXC		PRECIO UNIDAD		PRECIO CAJA		P.V.P.		TIEMPO DE VIDA UTIL		SIGLAS DEL PRODUCTO		PESO DRENADO	
LISTA GENERAL DE PRECIOS																					
Lista de precios no incluye IVA																					
MERMELADAS 290 FRASCO																					
7861001922141	27861001922145	800010	Tomates enteros pelados 800 gr importado		12	3.92	46.98	5.31	730 días	TPS	480 g										
8002464001038	18002464001035	800008	Tomates enteros pelados 2.5 Kg importado		6	9.42	56.54	12.39	730 días	TPS	1500 g										
7861001922134	37861001922135	800007	Tomates enteros pelados 400 gr nacional		24	2.13	51.07	3.08	703 días	TPS	240 g										
7861001922141	27861001922145	800010	Tomates enteros pelados 800 gr nacional		12	3.92	46.98	5.31	703 días	TPS	480 g										
7861001922165	17861001922162	800473	Tomates enteros pelados 3 Kg nacional		6	9.42	56.52	12.40	703 días	TPS	1800 g										
7861001913484	97861001913487	800784	Tripack Maíz Dulce 425 gr		8	3.35	26.80	4.77													
7861001923148	37861001923149	800476	Fréjol blanco 425 gr.		24	1.15	27.60	1.64	730 días	FBS	255 g										
7861001923117	37861001923118	800307	Fréjol negro 425 gr.		24	1.24	29.76	1.75	730 días	FNS	255 g										
7861001923117	37861001923118	800307	Fréjol negro 425 gr. ecuavegetal		24	1.24	29.76	1.75	1095 días	FNS	255 g										
7861001923124	37861001923125	800306	Fréjol Rojo 425 gr.		24	1.27	30.48	1.75	730 días	FRS	255 g										
7861001923124	37861001923125	800306	Fréjol Rojo 425 gr. ecuavegetal		24	1.27	30.48	1.75	1095 días	FRS	255 g										
7861001923162	37861001923163	800475	Garbanzo		24	1.33	31.92	2.03	730 días	GBS	260 g										
7861001923131	37861001923132	800308	Menera de lenteja 425 gr.		24	1.29	30.96	1.83	1030 días	MLS	N/A										



ANEXO 14. Tabla de valores Suplementarios y tiempo básico.

No.	ACTIVIDAD	TIPO		CICLOS (min)									
		MECÁNICA (MEC)	MANUAL (MAN)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Descarga	X	X	0.7543	0.6900	0.6717	0.7008	0.6720	0.7280	0.6817	0.6717	0.6863	0.7023
2	Pelado		X	0.8720	0.8483	0.8533	0.8908	0.8483	0.8295	0.9077	0.8502	0.8490	0.8888
3	Corte de Manzanas		X	1.0350	1.0945	1.0347	1.1035	1.0358	1.0313	1.0067	1.0350	1.0417	1.0350
4	Corte en Maquina de corazones de palmito	X		0.5933	0.6030	0.6137	0.6285	0.6233	0.6163	0.5935	0.6283	0.6283	0.6337
5	Lavado de corazones		X	0.7053	0.6317	0.7387	0.6627	0.6325	0.6217	0.6317	0.6357	0.7383	0.6373
6	Selección e inspección		X	2.1463	1.9200	1.9417	2.1440	2.0112	1.9017	1.8983	1.9200	1.9210	1.9343
7	Cocinado	X		20.9482	21.2705	21.3995	21.2467	21.1018	21.4533	21.2475	21.1683	21.2417	21.0100
8	Lavado		X	2.4000	2.4193	2.6213	2.5145	2.3983	2.4297	2.4017	2.4702	2.4002	2.4013
9	Pesado y Envasado		X	1.2713	1.1758	1.2958	1.1400	1.1518	1.1053	1.2042	1.1400	1.2617	1.2200
10	Colocado y transporte de latas	X	X	0.5417	0.6103	0.5417	0.6423	0.5513	0.5315	0.5417	0.5167	0.5467	0.5487
11	Llenado de LQG y evacuado	X		0.4863	0.4237	0.3962	0.3830	0.3835	0.4133	0.4330	0.3833	0.3778	0.3833
12	Tapado y Sellado	X		0.6513	0.6048	0.6742	0.7145	0.6717	0.5833	0.6567	0.6150	0.5863	0.5833
13	Esterilizado y Enfriado	X		45.8760	45.4583	45.9127	45.8927	45.4350	45.4313	45.4583	45.5400	45.5100	45.4583
14	Embalaje	X		0.2058	0.2143	0.2003	0.2002	0.2123	0.2002	0.1978	0.1990	0.2003	0.2000

ANEXO 15. Tabla de valores Suplementarios y tiempo básico.
(Continuación)

TIEMPO OBSERVADO		Desviación Estándar	Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	Valoración			Tiempo básico
Tiempo Total Observado	Tiempo Medio del Ciclo					Habilidad	Esfuerzo	Total Valoración	
6.9588	0.6959	0.0270498	0.7229	0.6688	0.6956	0.06	0.08	1.14	0.793005714
8.6380	0.8638	0.024761928	0.8886	0.8390	0.8629	0.11	0.02	1.13	0.975064444
10.4532	1.0453	0.029869412	1.0752	1.0154	1.0496	0.06	0.05	1.11	1.165068333
6.1620	0.6162	0.014983489	0.6312	0.6012	0.612	0.03	0.02	1.05	0.642635
6.6355	0.6636	0.046185486	0.7097	0.6174	0.6805	0	0.05	1.05	0.714525
19.7385	1.9739	0.095566939	2.0694	1.8783	1.9165	0.08	0.02	1.1	2.108186667
212.0875	21.2088	0.157942427	21.3667	21.0508	21.269	0.06	0.05	1.11	23.60825083
24.4565	2.4457	0.07260554	2.5183	2.3730	2.4546	0.03	0.08	1.11	2.724656875
11.9660	1.1966	0.064500512	1.2611	1.1321	1.1899	0.11	0.1	1.21	1.439723542
5.5725	0.5573	0.038465413	0.5957	0.5188	0.5562	-0.05	0	0.95	0.528358333
4.0635	0.4064	0.034156453	0.4405	0.3722	0.3992	0.06	0.02	1.08	0.431136
6.3412	0.6341	0.045879677	0.6800	0.5882	0.6306	0.13	0.12	1.25	0.788208333
455.9727	45.5973	0.207390477	45.8047	45.3899	45.556	-0.1	0.02	0.92	41.91164267
2.0303	0.2030	0.00582661	0.2089	0.1972	0.1994	0.08	0	1.08	0.215388

ANEXO 16. Tabla de análisis de coeficiente de descuento.

Cod.	ACTIVIDAD	SEXO	2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Indice		
			1. Suplementos constantes			2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										
			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) Proc. complejo	i) Monotonía Mental	j) Monotonía Física		
1	Descarga	M	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	13	0.13
2	Pelado	M	5	4	2	0	2	0	0	2	0	1	1	2	19	0.19
3	Corte de Manzanas	M	5	4	2	0	0	0	0	2	0	0	1	2	16	0.16
4	Corte en Maquina de corazones de palmito	F	7	4	4	0	1	0	0	2	2	0	4	1	25	0.25
5	Lavado de corazones	M	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0.11
6	Selección e inspeccion	F	7	4	4	0	1	0	0	0	0	1	1	1	19	0.19
7	Cocinado	F	7	4	0	0	1	0	15	0	0	0	0	0	27	0.27
8	Lavado	F	7	4	4	0	3	0	5	0	0	0	0	0	23	0.23
9	Pesado y Envasado	F	7	4	4	1	3	0	5	0	0	0	0	1	25	0.25
10	Colocado y transporte de latas	F	7	4	0	1	1	0	5	0	0	0	0	1	19	0.19
11	Llenado de LOG y evacuado	F	7	4	0	0	1	0	5	0	2	0	0	0	19	0.19
12	Tapado y Sellado	M	5	4	0	0	0	0	5	2	2	1	1	2	22	0.22
13	Esterilizado y Enfriado	M	5	4	0	2	1	0	5	0	0	0	0	0	17	0.17
14	Embalaje	M	5	4	2	0	3	0	5	2	2	1	1	2	27	0.27

ANEXO 17. Tabla de tiempo estándar y tiempo total de ciclo.

Cod.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (min)	TIEMPO ESTÁNDAR			Tiempo estándar sec
			Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad	Tiempo de ciclo	
1	Descarga	0.79301	1.13	0.896096	0.896096	53.76578743
2	Pelado	0.97506	1.19	1.160327	2.056423	69.61960133
3	Corte de Manzanas	1.16507	1.16	1.351479	3.407902	81.088756
4	Corte en Maquina de corazones de palmito	0.64264	1.25	0.803294	4.211196	48.197625
5	Lavado de corazones	0.71453	1.11	0.793123	5.004319	47.587365
6	Selección e inspeccion	2.10819	1.19	2.508742	7.513061	150.524528
7	Cocinado	23.60825	1.27	29.982479	37.495540	1798.948714
8	Lavado	2.72466	1.23	3.351328	40.846868	201.0796774
9	Pesado y Envasado	1.43972	1.25	1.799654	42.646522	107.9792656
10	Colocado y transporte de latas	0.52836	1.19	0.628746	43.275268	37.724785
11	Llenado de LQG y evacuado	0.43114	1.19	0.513052	43.788320	30.7831104
12	Tapado y Sellado	0.78821	1.22	0.961614	44.749934	57.69685
13	Esterilizado y Enfriado	41.91164	1.17	49.036622	93.786556	2942.197315
14	Embalaje	0.21539	1.27	0.273543	94.060099	16.4125656

