



**UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

**PLAN DE MEJORA DEL SISTEMA DE INVENTARIOS Y LA CADENA DE  
VALOR DE LA PLANTA "La Jugosa", APLICANDO METODOLOGÍA LEAN  
SIX SIGMA.**

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

Profesor Guía:  
Ángel Villablanca Luoni

**Autor:**  
**José A. Villagómez V.**  
**2011**

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el/la estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido, y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

.....

Ángel Villablanca Luoni  
Ing. Comercial (Espec. Industrial), M.Sc.  
1303536039

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”

.....

José A. Villagómez V.

180320789-1

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a mi familia que han sostenido mi camino. A la Universidad de las Américas y a los docentes que trabajan en ella, quienes de una u otra forma contribuyeron con mi formación académica. De manera especial a mi profesor guía Ángel Villablanca Luoni y a mis maestros Eduardo C. Moura y Yoshiya Otofujii quienes influyeron con su ejemplo en mi formación profesional y personal.

DEDICATORIA  
A MI FAMILIA QUE HA  
SIDO MI APOYO  
CONSTANTE Y LA  
RAZÓN DE SER A LO  
LARGO DE MI VIDA

## RESUMEN

El presente proyecto fue realizado para atacar el exceso de inventarios y mejorar el flujo productivo de la empresa La Jugosa S.A.

El trabajo comienza con una breve introducción, en la que se definen los objetivos planteados, el alcance y otros detalles importantes para la ejecución del estudio. En este capítulo también se encuentra una corta presentación de la empresa en la que se desarrolló esta propuesta.

El segundo capítulo detalla el marco teórico con los términos y conceptos utilizados a lo largo del proyecto así como una descripción de las metodologías aplicadas en el mismo.

En el tercer capítulo se encuentra la estructura base del proyecto en la que se siguen y aplican las herramientas y pasos de la metodología Lean Six Sigma. Se detallan cada una de las etapas del DMAIC y las herramientas Lean que fueron aplicadas en el proceso.

En el cuarto capítulo consta el análisis de los posibles resultados a obtenerse, contrastándolos con la situación inicial de la empresa y cuantificando las mejoras que se podrían alcanzar con el proyecto propuesto.

## ABSTRACT

This project was meant to overcome excess in inventory and to improve the production flow of the company LA JUGOSA S.A.

The project begins with a brief introduction in which the scope, the objectives and other important details are defined for the execution of the study. In this chapter there is also a brief introduction to the company, in which this proposal was developed.

Chapter II contains the frame reference that consists in terminology and concepts used throughout this project and a description of the methodology applied.

In chapter III presents the main structure of the project, including tools and steps used by LEAN SIX SIGMA methodology. This chapter describes each one of the steps from DMAIC methodology and the LEAN tools that were used to develop the project.

In chapter IV the potential results are analyzed and compared with the initial situation of the company. The improvement of the proposal will be also quantified and defined.

# ÍNDICE

Pág.

## 1. Capítulo I

INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Marco Referencial .....	3
1.3. Alcance .....	4
1.4. Justificación .....	4
1.5. Objetivo General .....	4
1.6. Objetivos Específicos .....	4
1.7. Metodología a Utilizar .....	5
1.8. Cronograma de Trabajo Planificado .....	5

## 2. Capítulo II

MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Glosario y Terminología .....	6
2.2. Six Sigma .....	10
2.2.1. Herramientas Six Sigma .....	16
2.3. Sistema de Producción Lean .....	17
2.3.1. Herramientas Lean .....	19
2.3.2. Mapeo de flujo de Valor .....	24
2.4. SMED .....	27

## 3. Capítulo III

APLICACIÓN DEL MÉTODO .....	30
-----------------------------	----



3.1. Define .....	30
3.1.1. Project Charter .....	30
3.1.2. Análisis de Pareto .....	33
3.2. Measure .....	37
3.2.1. Mapear los procesos .....	38
3.2.2. Validación del sistema de medición .....	42
3.2.3. Condiciones iniciales y confirmación de objetivo de mejora .....	42
3.3. Analyze .....	43
3.3.1. Identificación de causas potenciales .....	43
3.3.2. Validación y selección de causas .....	45
3.3.2.1. Análisis de causas externas .....	45
3.3.2.1.1. Análisis de costo de fruta vs Cantidad Comprada .....	46
3.3.2.1.2. Análisis Cantidad Comprada vs Demanda .....	52
3.3.2.2. Análisis de causas internas .....	55
3.3.2.2.1. Análisis de problemas en el Flujo de Valor .....	56
3.4. Improve .....	63
3.4.1. Generar soluciones potenciales .....	64
3.4.2. Implementación de las mejoras .....	74
3.5. Control .....	77
3.5.1. Estandarizar las mejoras .....	77

#### 4. Capítulo IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	84
4.1. Resultados sobre el Inventario .....	84
4.2. Análisis de Costo Beneficios - Políticas de Compra .....	86
4.3. Resumen resultados Económicos .....	94
4.4. Otros Resultados .....	94

#### 5. Capítulo V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	96
5.1. Conclusiones .....	96
5.2. Recomendaciones .....	96
6. BIBLIOGRAFÍA.....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. La Jugosa .....	1
Figura 1.2. Cadena de Valor .....	2
Figura 1.3. Contenedores La Jugosa .....	3
Figura 1.4. Contenedores La Jugosa .....	5
Figura 2.1. Nivelación de la Producción .....	21
Figura 2.2. Célula de Producción .....	22
Figura 2.3. Pasos de Mapeo de Flujo de Valor .....	24
Figura 2.4. Símbolos para Mapeo de Flujo de Valor .....	27
Figura 3.1. Pareto Cantidad de Fruta 2010 .....	36
Figura 3.2. Pareto Costo de compra de Fruta 2010 .....	37
Figura 3.3. Mapeo de Flujo de Valor actual Mora .....	39
Figura 3.4. Mapeo de Flujo de Valor actual Guanábana .....	40
Figura 3.5. Mapeo de Flujo de Valor actual Naranjilla .....	41
Figura 3.6. Balanza Electrónica .....	42
Figura 3.7. Registro de pesos .....	42
Figura 3.8. Diagrama del Árbol – Análisis Causa Efecto .....	44
Figura 3.9. Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Mora 2009	46
Figura 3.10. Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Mora 2010 .....	46
Figura 3.11. Gráfico ejemplo de correlación perfecta.....	47
Figura 3.12. Gráfico de Correlación Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Mora.....	48
Figura 3.13. Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Guanábana 2009.....	49
Figura 3.14. Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Guanábana 2010.....	49

Figura 3.15. Gráfico de Correlación Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Guanábana .....	50
Figura 3.16. Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Naranja 2009.....	50
Figura 3.17. Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Naranja 2010.....	51
Figura 3.18. Gráfico de Correlación Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Naranja .....	51
Figura 3.19. Cantidad Comprada vs Ventas Mora 2009-2010 .	52
Figura 3.20. Cantidad Comprada vs Ventas Guanábana 2009-2010.....	53
Figura 3.21. Cantidad Comprada vs Ventas Naranja 2009-2010 .....	53
Figura 3.22. Gráfico de Correlación Compras vs Ventas Mora	54
Figura 3.23. Gráfico de Correlación Compras vs Ventas Guanábana .....	54
Figura 3.24. Gráfico de Correlación Compras vs Ventas Naranja.....	55
Figura 3.25. Análisis de problemas en el Flujo de Valor - Mora	57
Figura 3.26. Análisis de problemas en el Flujo de Valor - Guanábana .....	58
Figura 3.27. Análisis de problemas en el Flujo de Valor - Naranja.....	59
Figura 3.28. Lay Out Actual .....	61
Figura 3.29. Malas Prácticas en Planta.....	62
Figura 3.30. Mapeo con soluciones potenciales Mora .....	65
Figura 3.31. Mapeo con soluciones potenciales Guanábana ...	66
Figura 3.32. Mapeo con soluciones potenciales Naranja.....	67
Figura 3.33. Control funcionamiento empacadora 100g.....	68
Figura 3.34. Cálculos de supermercado Mora .....	70
Figura 3.35. Cálculos de supermercado Guanábana .....	70

Figura 3.36. Cálculos de supermercado Naranjilla.....	70
Figura 3.37. Proceso de Cocción.....	71
Figura 3.38. Células de Producción Naranjilla y Guanábana ...	72
Figura 3.39. Lay Out Futuro.....	73
Figura 3.40. Congeladores y Almacenado.....	74
Figura 3.41. Plan Kaizen Piloto - Naranjilla.....	76
Figura 3.42. Caja de nivelación Heijunka.....	78
Figura 3.43. Panel de Kambanes.....	79
Figura 3.44. Tarjeta Kamban.....	80
Figura 3.45. Mapa de Flujo de Valor Futuro Mora.....	81
Figura 3.46. Mapa de Flujo de Valor Futuro Guanábana.....	82
Figura 3.47. Mapa de Flujo de Valor Futuro Naranjilla.....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 3.1. Inventario Promedio en las frutas seleccionadas para el proyecto: Mora, Guanaba y Naranjilla .....	32
Tabla 3.2. Compra de Fruta 2010 .....	34
Tabla 3.3. Datos Pareto Cantidad de Fruta 2010 .....	35
Tabla 3.4. Datos Pareto Costo de Fruta 2010 .....	36
Tabla 4.1. Estado Actual de Inventario .....	85
Tabla 4.2. Estado Futuro de Inventario .....	85
Tabla 4.3. Resultados Estimados.....	86
Tabla 4.4. Análisis Económico de resultados Mora.....	87
Tabla 4.5. Cantidades a comprar Escenarios Mora .....	89
Tabla 4.6. Análisis Económico de resultados Guanábana .....	90
Tabla 4.7. Cantidades a comprar Escenarios Guanábana .....	91
Tabla 4.8. Análisis Económico de resultados Naranjilla .....	92
Tabla 4.9. Cantidades a comprar Escenarios Naranjilla.....	93
Tabla 4.10. Resultados .....	94

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1 Antecedentes.

Latinoamericana de Jugos S. A., La Jugosa, es una compañía constituida en el Ecuador desde hace 18 años.

**Figura 1.1 La Jugosa**



**Fuente: Elaboración del Autor**

Considerados líderes locales, tienen como uno de sus objetivos el desarrollar el mercado internacional. La empresa considera de gran importancia el mantener contacto directo con clientes, escuchar sus necesidades, satisfacerlas y capitalizar así oportunidades para la compañía.

Los productos son 100% naturales, el proceso solamente elimina la corteza y semillas de la fruta, se la empaca y congela a  $-25^{\circ}\text{C}$ .

La diversidad de las frutas ecuatorianas, permite ofertar pulpa congelada de gran calidad.

### **Productos y Servicios:**

Elabora pulpa de fruta 100% natural, cuenta con la mayor variedad de sabores en el mercado nacional y con un total de 11 sabores para exportación.

Como en el proceso sólo se elimina corteza y semillas, la pulpa obtenida tiene una gran concentración del sabor y los valores alimenticios propios de cada tipo de fruta.

La Declaración de Propósitos (DP) de la organización, es decir, la Misión, Visión, y los Valores de la organización son los que se anotan brevemente a continuación:

### **Misión:**

Liderar el mercado ecuatoriano en la producción y comercialización de pulpa de fruta 100% natural, jugos, concentrados, y procesos liofilizados.

### **Visión:**

Ocupar un lugar importante, en el mediano plazo, dentro de los productores similares del mercado internacional, orientándose principalmente a Estados Unidos y Europa.

### **Valores de la organización:**

Nuestra filosofía, según la cual la capacitación y el mejoramiento continuo nos permitan innovar constantemente, como también la fe en nuestro País, como una creencia firme que nos impulse día a día a mejorar.

### **Macro Proceso:**

**Figura 1.2 Cadena de valor**



Fuente: Elaboración del Autor



### Capacidades del Negocio:

La planta está en capacidad de producir pulpa de fruta durante todo el año y abastecer tanto el mercado nacional como pedidos internacionales de 2 contenedores de hasta 40 m<sup>3</sup> mensuales.

### Localización del Negocio:

Quito - Ecuador

Planta: Km 5 vía Sangolquí - Amaguaña

Oficinas: Av. República y Mañosca Esquina

(593-2) 2337752

(593-2) 2337752

(593-2) 2449444

(593-2) 2449444

**Figura 1.3 Contenedores La Jugosa**



Fuente: Elaboración del Autor

### 1.2 Marco referencial.

La función principal de La Jugosa es producir a lo largo del año, pulpa de frutas empacada y congelada lista para el consumo.

Para la elaboración de este producto es necesario contar con las distintas frutas de las que se extrae la pulpa, siendo indispensable que éstas sean accesibles en cualquier etapa del año para poder ser procesadas.

A raíz de lo planteado surge la necesidad de mantener un inventario de materia prima de gran magnitud generando un costo de mantenimiento muy alto causante de una serie de perjuicios para el negocio.

### **1.3 Alcance.**

El análisis de este proyecto involucrará a toda la cadena de valor de la empresa La Jugosa.

Se aplicará la metodología Lean Six Sigma y las herramientas que ésta abarca, con el fin de realizar un estudio metodológico que permita priorizar los procesos más importantes y obtener datos que ayuden a mejorar el flujo de producción de una manera más efectiva.

### **1.4 Justificación.**

Este proyecto tiene como finalidad identificar acciones potenciales de mejora que al ser aplicadas permitan a la empresa generar una mayor productividad y utilidad al negocio.

Cumpliendo este fin La Jugosa será más competitiva dentro del medio nacional e internacional logrando mantener de forma rentable sus ventajas comparativas que la caracterizan.

### **1.5 Objetivo General.**

Estudiar los flujos productivos e identificar acciones potenciales de mejora dentro de la cadena de valor de la empresa La Jugosa.

### **1.6 Objetivos Específicos.**

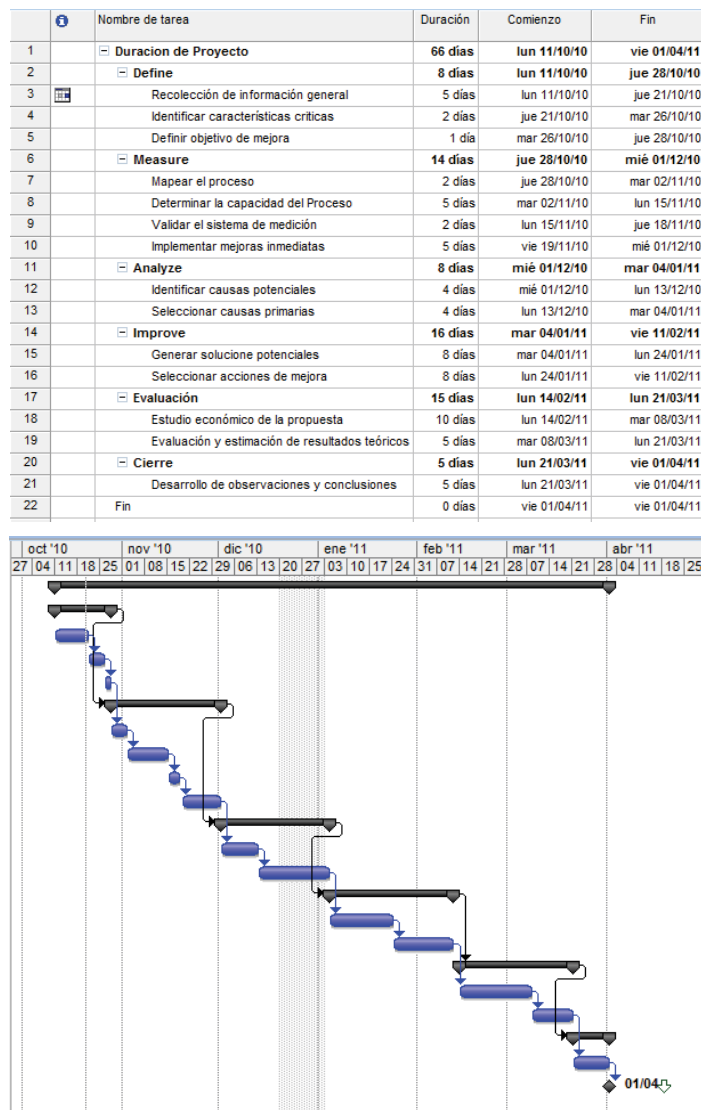
- Priorizar procesos potenciales a mejorar
- Definir parámetros de desempeño (Indicadores).
- Determinar la capacidad del proceso.
- Identificar fuentes de variación y causas potenciales.
- Generar y seleccionar soluciones.

### 1.7 Metodología a utilizar.

Para el análisis del problema planteado se utilizara la herramienta Lean Six Sigma la cual nos permite seguir una metodología que encamina el estudio y el avance del proyecto con una secuencia determinada "DMAIC", acompañada de varias herramientas de las metodologías Lean y Six Sigma para el análisis de los procesos y sus mejoras.

### 1.8 Cronograma de Trabajo Planificado:

Figura 1.4 Cronograma de trabajo



Fuente: Elaboración del Autor

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO.

En este capítulo se presenta la teoría relacionada al proyecto, necesaria para que cualquier persona que lo lea pueda entrar en el contexto y entender el proceso que sigue este proyecto de mejora.

En caso de tener alguna duda teórica, el lector puede acudir a este capítulo consiguiendo un detalle de la metodología aplicada y logrando despejar cualquier incógnita sobre ésta.

### 2.1 Glosario y Terminología.

#### A

- Andón: Alarma incorporada a una máquina o proceso, con el fin de señalar y advertir cualquier anomalía.

#### B

- Balance del trabajo: Análisis y distribución de las tareas de trabajo uniformemente entre los operadores.

#### C

- Célula de trabajo: Estructura de trabajo que busca colocar los diferentes recursos productivos lo más cerca posible mediante estaciones de trabajo próximas.

#### D

- Despitonado: Acción que hace referente a sacar el cacho o descornar. En el caso de la fruta refiere a sacar el tallo que sujeta las frutas a la planta.

**E**

- Equipo Kaizen: Equipos de trabajo desarrollados para la implementación de mejoras continuas (Kaizen) en distintos ámbitos.
- Equipo Lean: Equipo Kaizen enfocado en la mejora del flujo mediante la aplicación de herramientas Lean.

**G**

- Gemba: Palabra japonesa que se refiere al lugar donde ocurre la acción y toman lugar las actividades.

**H**

- Heijunka: Técnica que permite nivelar el tipo y la cantidad de productos en un intervalo fijo de tiempo. Ayuda a tener un mix de producción adecuado.

**I**

- Inventario: Materiales y productos que la empresa tiene tanto para ser procesado como para venderlos.

**J**

- Jidoka: Sistema incorporado a una máquina para parar automáticamente la misma en caso de encenderse un andón.

**K**

- Kaizen: Filosofía asociada al Sistema de Producción Toyota que consiste en equipos de trabajo enfocados a la mejora continua de los procesos.
- Kanban: Expresión japonesa (tarjeta) usada en las industria para identificar y solicitar un producto o sus componentes al proveedor.

**L**

- Lead Time: Tiempo que toma un batch en ser procesado desde inicio a fin.
- Lean: Metodología enfocada en la mejora del flujo productivo a través de la eliminación de desperdicios en toda la cadena de valor.

**N**

- Nube Kaizen: Nube dibujada en el Mapa de flujo de valor que determina una acción de mejora (Kaizen) a ser implementada.

**P**

- Pitch: Tiempo para producir un batch. Este está basado en el Tiempo Takt.
- Poka Yoke: Son métodos que buscan impedir que sean cometidos errores durante el trabajo.
- Proceso halado: Flujo de proceso halado por el cliente interno y/o externo según sus necesidades.
- Plan Kaizen: Documento donde se detalla la las actividades resultantes de un proyecto, detalladas todas sus tareas y los datos necesarios para una correcta implementación.

**R**

- Recurso pulmón: Recursos extras o productos reservados para atender picos en la demanda del cliente.
- Ruta FIFO: Sistema FIFO, su concepto es Primero que entra primero que sale (First In First Out), usado para inventarios y flujos.
- Retirada compasada: Sistema para mover pequeños lotes de producción de una operación a la próxima, en intervalos de tiempo igual al pitch.

**S**

- Sigma: Letra S del alfabeto griego, que en la estadística representa la desviación estándar (medición de variación entre los datos).
- SPC: Iniciales provenientes del inglés Statistical Process Control (Control Estadístico de Procesos). Concepto planteado por Edward Deming en el cual se visualiza y controla el comportamiento de los procesos reduciendo y controlando la variación en el comportamiento de sus variables.
- Six Sigma: Metodología aplicada para la mejora de procesos basada en la reducción de la variabilidad y de defectos en los productos.
- Supermercado en proceso: Stock de materia prima y recursos para abastecer un proceso o actividad. Este permite visualizar la necesidad de reposición o abastecimiento a través de su ausencia.

**T**

- Tamaño del Batch: Tamaño de lote a ser procesado.
- Tiempo de Ciclo: Tiempo desde que el producto entra hasta que sale del proceso, esto incluye el tiempo de operador más el tiempo de máquina.
- Tiempo entre Salidas: Tiempo transcurrido entre la salida de un producto hasta la salida del siguiente producto.
- Trabajo estandarizado: Procesos y actividades estrictamente especificadas que conllevan a desarrollar éstas de forma similar en distintas ocasiones y por distintos agentes.
- Tiempo takt: Tiempo requerido por el mercado para la producción de una pieza.
- Tiempo de Set Up: Tiempo que pasa desde el último ítem bueno de un tipo al primer ítem bueno de otro tipo.

- Transportador de materiales: También llamado runner, es una o más personas que se encargan de transportar documentos y materiales asegurando que el pitch sea mantenido en el flujo de valor.

## W

- Work In Process (WIP): Inventario dentro del proceso. Producto en espera a ser procesado.

## 2.2 Metodología Six Sigma

Six Sigma tiene sus inicios en Motorola como una estrategia de negocio en los años 80's, influenciada por los conceptos de variación de Edward Deming. A partir de ese momento la metodología se fue perfeccionando y difundiendo pasando a ser adoptada por varias otras empresas como General Electrics, Sony, FedEx, la NASA y muchos otros. Es un proceso para tratar problemas muy complejos y hallar respuestas que no son fáciles de ver. <sup>1</sup>

Six Sigma es una metodología desarrollada con el fin de implementar proyectos cuyo objetivo es mejorar radicalmente el desempeño de los procesos empresariales. Con una estructura sistemática, permite tener un minucioso análisis de medición y razonamiento que otras metodologías de mejora no brindan.

Más allá de ser una metodología para la solución y control de problemas complejos, Six Sigma se ha convertido en una cultura de empresa, enfocada en el análisis, control y mejora de los procesos de forma continua y permanente, la cual busca una mayor eficiencia y mejor calidad enfocada en la satisfacción del cliente. El enfoque central es reducir la variación de las variables claves que pueden tener afectación sobre el consumidor (enfoque en el cliente). También

---

<sup>1</sup> Gutiérrez M., Luis A. *La metodología Seis Sigma aplicada a las áreas de tecnologías de información.* México D.F. 2004



es usada para el control de las variables que afectan al resultado del proceso y de la empresa, denominadas como costo de calidad.

Six Sigma como metodología de mejora y solución de problemas se desarrolla a través del DMAIC, un abordaje estructurado de implementación el cual nos ayuda a desarrollar el uso integrado de los mejores métodos y herramientas de análisis en proyectos de mejora que tienen como fin reducir la variabilidad de los parámetros importantes para la satisfacción del cliente.

DMAIC es la espina de pescado del Six Sigma la cual nos da una guía para la implementación sistematizada del proyecto de mejora. Las letras de su nombre se derivan de sus cinco pasos principales los cuales están conformados por varios sub pasos y varias herramientas que potencializan el resultado de cada paso.

Nota: En el proyecto de mejora es fundamental pasar de modo estructurado por todas las fases y actividades del DMAIC, ejecutando en detalle todas aquellas que sean aplicables al proyecto en cuestión.

Las herramientas analíticas de apoyo deben ser seleccionadas de acuerdo con la necesidad, para ayudar al análisis y toma de decisiones en cada etapa del proyecto.

“Las herramientas jamás deben tornarse una “camisa de fuerza”, usadas solamente por formalidad...”<sup>2</sup>

**Define:** Esta etapa inicial consiste en definir el proyecto de mejora, nos permite tener una visión clara del proyecto y nos lleva a entender claramente las necesidades del cliente.

---

\* 2 CORREA DE MOURA, Eduardo. *Formación de Especialistas Six Sigma Green Belf. Quito: MOURA/QUALI, 2010*

La etapa Define está basada en tres sub pasos.

1. Definición del Enfoque de Mejora. El tema debe ser de real importancia para la satisfacción del cliente y debe estar expresado de manera específica.
2. Identificar Características Críticas, consiste en encontrar y explicar los requisitos y datos sobre la satisfacción de clientes relevantes para el tema de mejora. A estos parámetros de la satisfacción del cliente se las conoce como CTS (Critical to Satisfaction) las cuales son una función de las CTY (Critical to Product) que son los parámetros del producto, las cuales a su vez son función de las CTX (Critical to Process), que hacen referencia a los parámetros del proceso. Cada una depende de la otra y de estas depende la satisfacción del cliente.
3. Formular Objetivo de Mejora. La definición del objetivo de mejora es la base del proyecto, ya que a partir de ahí se lo va a desarrollar y cada una de las etapas siguientes estará basada en este tema central. Para definir el objetivo de mejora no es aconsejable marcar metas numéricas ya que estas tienden a limitar la mejora o al contrario frustrar al equipo de trabajo por "malos resultados".

**Measure:** Etapa que consiste en medir los parámetros para desarrollo del proyecto, sus pasos son el la descripción más clara de lo que encierra esta fase.

1. Mapear el Proceso. En este paso se busca conocer y entender el proceso en el que se va a trabajar. Para ello se detalla los Suministradores, Entradas, el Proceso y sus actividades, las Salidas y sus Clientes.

2. Definir y Validar la Solución, consiste en determinar las variables que serán medidas en el proyecto y fijar bajo qué sistema de medición se realizará, también se determina la forma de recolección de los datos, el método de medición, el cual se lo valida junto a las herramientas utilizadas para las mediciones.
  
3. Determinar la Estabilidad/Capacidad del Proceso. Se evalúa el desempeño del proceso y se analiza la variabilidad y las tolerancias especificadas.  
De esta forma, dependiendo de si la variabilidad del proceso causa o no que el resultado del mismo salga de los límites especificados, se determina si el proceso es capaz o no y se determina el nivel de capacidad en el que se encuentra.
  
4. Confirmar el Objetivo del Proyecto de Mejora. Con todos los datos obtenidos en esta etapa, se confirma la relación de la variable medida en las CTX, CTY y CTS correspondientemente. De acuerdo con la información obtenida se confirma o mejora el objetivo del proyecto y los parámetros medidos.

Con esta etapa logramos tener una visión clara del proceso y conocemos el comportamiento y estado del mismo, seleccionamos las variables de respuesta del proyecto, junto a un sistema de medición.

Antes de pasar a la siguiente etapa, es posible implementar mejoras rápidas (kaizen), las cuales no requieren de muchos recursos ni tiempo de implementación.

El simple hecho de estar en el gamba obteniendo datos y una visión más detallada del proceso, muestra algunas oportunidades de mejora que pueden ser efectuadas de forma inmediata y fácil sin requerir de mayor análisis.

**Analyze:** Este es un paso muy importante en el proceso DMAIC ya que aquí se analizan todos los datos recolectados en las etapas anteriores, teniendo como resultado el conocimiento del problema mucho más profundo.

Después de este análisis es posible tener identificadas las fuentes de variación estudiadas y empiezan a ser notorias varias oportunidades de mejora.

1. Identificar causas potenciales. Se utiliza el know-how y varias herramientas de análisis para investigar la relación de causa efecto y para mediante el análisis de mediciones, validar o refutar las hipótesis planteadas.
2. Seleccionar las causas primarias. Una vez validadas las causas planteadas, se prioriza y cuantifica el efecto que éstas tienen ante el problema de variación encontrado, seleccionando aquellas que se va a atacar para dar solución a este problema.

**Improve:** Fase que se desglosa en tres sub fases, con las cuales se busca plantear una solución eficaz para alcanzar el objetivo de mejora y tener un plan detallado para la implementación de estas soluciones.

Las sub fases que se sigue para lograr este objetivo son:

1. Generar soluciones conceptuales para el tratamiento de las causas seleccionadas, buscando reducir la variabilidad del proceso y lograr un desempeño consistente del mismo.  
El énfasis debe ser levantar la mayor cantidad posible de soluciones potenciales para cada causa primaria.
2. Seleccionar e integrar las acciones de mejora. Con todas las soluciones potenciales levantadas, se debe evaluar críticamente y priorizar las soluciones levantadas, de acuerdo a criterios pre-establecidos.  
Después de esto se seleccionan las mejores soluciones, buscando combinarlas en un plan de mejora completo y consistente.

3. Validar las soluciones revisando críticamente el plan de mejora, identificando riesgos potenciales y definiendo contramedidas, que se agregan al plan de implementación. También se realizan pruebas piloto y se evalúa la nueva capacidad del proceso comparando las medidas efectuadas al comienzo del proyecto y evaluando la eficiencia del estudio.

**Control:** La última etapa del DMAIC. Para cerrar el proyecto de mejora se debe antes asegurar que todos los resultados obtenidos se mantengan con el paso del tiempo, para esto es necesario:

1. Estandarización de las mejoras realizando el plan de implementación de la solución incorporando las mejorías obtenidas al proceso. Se debe evaluar los detalles necesarios para lograr implementar las soluciones a nivel global.
2. Finalizar el proyecto de mejora. Se resume los resultados obtenidos, planteando los pros y contras de la implementación. A través de un informe se documentan los resultados y el know-how alcanzado por el objetivo.

Por último se divulga y comunica el éxito del proyecto y se busca la posibilidad de implementar proyectos similares, en otros procesos con el fin de conseguir iguales o mejores resultados.

Siguiendo todos estos pasos y sub pasos, el método DMAIC permite desarrollar proyectos de análisis con exitosos resultados sin dejar de lado ninguno de las partes importantes de un proyecto de mejora y reducción de variación.

Más allá de seguir los pasos que sean necesarios para el proyecto, para tener un buen resultado es importante utilizar las herramientas adecuadas que ayuden a explotar cada uno de los pasos propuestos.

### 2.2.1 Herramientas Six Sigma

Según el tipo de análisis y la fase de DMAIC en la que estemos trabajando, existen distintas herramientas que nos ayudan a tener un mejor desarrollo de cada etapa.

A continuación se encuentra una breve descripción de las herramientas que se usan en el desarrollo de este proyecto.

Project Charter:

Es una breve introducción donde se establecen las directrices del proyecto. En ellas se formaliza el lanzamiento del proyecto y se aclara lo que es esperado del equipo. El Project Charter nos ayuda a mantener al equipo enfocado y alineado con los objetivos primarios de la empresa y las pautas que la directiva marca sobre el proyecto.

Diagrama de Pareto:

Este es el análisis basado en la teoría 80-20 que se da en muchos casos y que es aplicable para la producción y la economía. Aclara que el 80% de los problemas son provocados por 20% de las posibles causas. Basado en este principio, en la aplicación de Six Sigma se hace un análisis de Pareto para visualizar que variables son las más graves y tienen mayor influencia en el problema o en la variación.

Árbol de Causa Efecto:

El árbol de causa y efecto sustituye con ventajas al tradicional Diagrama de Causa y Efecto (diagrama de Ishikawa, espina de pescado o 4Ms). En éste se analizan las causas raíces, permitiéndonos estudiar varias posibles variables al mismo tiempo. Para la industria, los grupos (6Ms) comunes a analizar son: Máquina, Método, Materiales, Medición, Medio Ambiente y Mano-de-obra (Personas).

Gráfico de Correlación:

Gráfico que permite estudiar la correlación entre dos variables o dos eventos. La correlación encontrada puede ser positiva lo que quiere decir que mientras una variable aumenta, otra sigue el mismo comportamiento. O correlación negativa, en que se tiene un

comportamiento inverso. Es posible analizar la correlación de las dos variables a través de un diagrama de dispersión y el nivel numérico de correlación cercano a 1.<sup>3</sup>

Aparte de las herramientas explicadas anteriormente, en este proyecto también se utilizaron varias herramientas Lean descritas en el capítulo 2.3.1 Herramientas Lean.

### **2.3 Sistema de Producción Lean.**

La filosofía Lean tiene origen en los años cuarenta con el Sistema de Producción Toyota (Toyota Production System), desarrollado principalmente por los japoneses Taiichi Ohno (1912-1990) y Shigeo Shingo (1909-1990). Con este sistema se buscaba eliminar las acciones repetitivas ejecutadas por los obreros mediante ideas innovadoras que dan origen a conceptos como Poka-Yoke, Just in Time (JIT), Kanban entre otras.

Esta filosofía junto a otros conceptos que han ido evolucionando y aplicando en muchas otras empresas dieron paso a lo que ahora se conoce como Lean Manufacturing.

Lean Manufacturing es una filosofía de producción que busca reducir los desperdicios en toda la cadena de actividades y con esto conseguir un menor "time to cash", que es el tiempo entre la colocación del pedido hasta la entrega del producto.<sup>4</sup>

Para el desarrollo de este sistema Taiichi Ohno clasificó a los desperdicios en 7 ítems:

- 
- ♦ 3 CORREA DE MOURA, Eduardo. *Formación de Especialistas Six Sigma Green Belt. Quito: MOURA/QUALI, 2010*
  - ♦ 4 CORREA DE MOURA, Eduardo. *Formación de Especialistas Six Sigma Green Belt. Quito: MOURA/QUALI, 2010*

#### 1.- Sobreproducción.

Producir o procesar mayor cantidad, más temprano o más rápido de lo que requiere el cliente interno y externo. Un ejemplo es el procesar cuando el proceso cliente no lo requiere empujando los productos hacia éste, impidiendo que se maneje una producción halada.

#### 2.- Espera.

Tiempo que un ítem se encuentra parado sin ser procesado, este desperdicio es común entre el fin de un proceso y el siguiente.

#### 3.- Transporte.

El transporte no agrega valor por lo que si éste no es estrictamente necesario pasa a ser un desperdicio.

#### 4.- Sobreprocesamiento.

Realizar más trabajo del necesario. Los formalismos, supervisiones y trabajos que no contribuyan agregando valor al producto son un desperdicio muchas veces imperceptible.

#### 5.- Inventario.

Acumulación excesiva de materiales o informaciones, normalmente debido a la política de procesar por lotes o de tener recursos extra. Casos comunes de esto es esperar a una acumulación de tareas para empezar a trabajar.

#### 6.- Sobre esfuerzo.

Es todo esfuerzo humano más allá de lo necesario. La falta de uso de herramientas, máquinas u otros que faciliten el trabajo del ser humano y eliminen este esfuerzo innecesario forman parte de este desperdicio.

#### 7.- Defectos.

Producir errores o defectos de cualquier tipo es un desperdicio que más allá de ser un trabajo que no agrega valor, genera otro tipo de desperdicios como el reproceso, la inspección, pérdida de tiempos y materia prima, etc.

Hoy en día se señala un octavo desperdicio conocido como el Desperdicio de Capital Humano basado en el no aprovechamiento de las virtudes del ser humano tales como: personas con capacidades de liderazgo y control gerencial



destinados a actividades básicas, no aprovechar la capacidad de trabajo en grupo a nivel operacional, no aprovechar las capacidades y conocimientos del personal sobre sus tareas al momento de toma de decisiones, un exceso de control (supervisión) gerencial y procesos alineados al control de personal y no a facilitar el trabajo de éste, etc.

Los recursos aplicados en una empresa se transforman en valor agregado en pequeña escala, mientras que la mayor parte de estos recursos terminan convirtiéndose en desperdicios. El objetivo de la filosofía Lean es el de eliminar todos estos desperdicios y para lograrlo es necesario contar con una serie de herramientas que permitan tratar los diferentes desperdicios según sea el caso.

### **2.3.1 Herramientas Lean**

Existen varias herramientas y elementos claves en el sistema Lean.

El control visual es una de los métodos utilizados. Este abarca todo tipo de comunicación que sea transmitido mediante el impacto visual inmediato y ayude a una mejor comprensión y control. Ejemplos de la aplicación de este método son:

Sombras que indiquen la ubicación de algún objeto (máquina, herramientas), codificaciones por colores, rotulaciones preferiblemente gráficas, cuadros de indicadores, señales de alerta entre otros.

Otro elemento importante dentro de Lean es buscar Calidad en la fuente. Para esto existen tres componentes fundamentales.

Mantener estándares claros con enfoque en el cliente, de manera participativa, que involucre al personal operativo en su desarrollo y mejoramiento y que tenga parámetros de inspección claros y visuales.

Poka-Yoke, otro elemento que ayuda a este fin, son métodos que impiden que los operadores cometan errores durante el trabajo. Se puede utilizar codificaciones de colores, sensores y alarmas, software que bloquee el ingreso de datos erróneos, botones de acción y seguridad, etc.

Como respaldo a las dos aplicaciones anteriores está la inspección en el proceso tratando de evitar errores en la fuente y generando feedback inmediato que ayude a determinar causas raíces. Esta inspección debe ser una herramienta para generar estadísticas mas no para el control de personas. Es de mucha ayuda buscar una forma de Poka-Yoke que facilite la inspección.

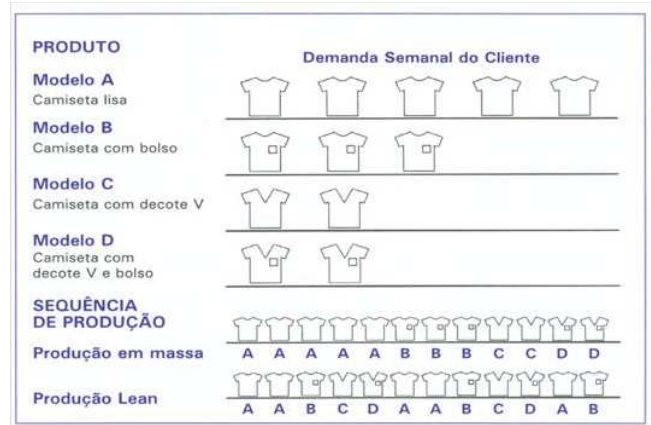
Just in Time (JIT) es uno de los elementos más poderosos que tiene la filosofía Lean, teniendo un impacto directo sobre el flujo de productos y los tiempos de éste. Es posible cumplir con JIT a través de distintos componentes como:

- Producción en pequeños lotes. Con un lote de producción más pequeño se evita los excesos en tiempos de espera entre procesos. El punto ideal sería un lote de producción de un ítem que pueda pasar al siguiente proceso sin necesidad de espera.

Mantener Personal Multifuncional permite a la organización tener una mayor flexibilidad facilitando la rotación de trabajo y adaptación del personal a los distintos trabajos. Con esto podemos evitar lesiones por repetitividad de acciones y lograr una mayor satisfacción del personal.

Nivelación. La nivelación (Heijunka) consiste en distribuir uniformemente, a lo largo del tiempo, el volumen y la diversidad del trabajo necesario para cumplir con la demanda de los clientes. La caja Huijinka es una herramienta que facilita la nivelación de producción manteniendo un control visual de la producción de diversos productos según sea requerido, teniendo así estos productos siempre en stock.

**Figura 2.1 Nivelación de Producción**



"Léxico Lean", Lean Institute, p.32

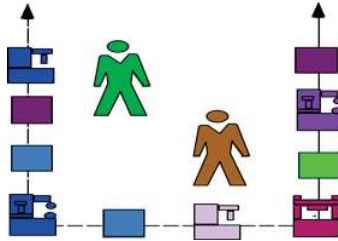
Para tener este tipo de producción nivelada es necesario reducir los tiempos de setup al mínimo posible, para que este método de producción no sea contraproducente aumentando los tiempos de ciclo. Para esto es posible usar la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) que busca reducir el tiempo de setup considerado como el tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de una serie hasta la obtención de la primera pieza correcta de la serie siguiente.

Tiempo Takt. Este es un parámetro de medida sobre el tiempo de ciclo requerido que permite tener un conocimiento sobre el nivel de trabajo que requiere la planta según la demanda existente, este dato es estimado como:

$$\frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Demanda de los Clientes}}$$

Células de Producción en Flujos Continuos, rompen las islas de trabajo mejorando el flujo de producción mediante recursos de producción lo más cercanos posible, una estructura de producción flexible y un acceso directo y fácil a los insumos y materiales.

**Figura 2.2 Célula de Producción**



**Fuente: The Toyota Way, Jeffrey K. Liker**

Sistema halado. Apoyado por las células de trabajo el Sistema Halado permite tener un control de la producción según lo requiera el cliente interno y externo, produciendo así lo que es necesario cuando es necesario.

Kamban palabra japonesa que significa señal, son mecanismos visuales que hacen que los procesos fluyan de manera sincronizada y armoniosa, este es el corazón del sistema halado accionando al proceso anterior mediante una de estas señales. Existen varias formas de Kamban como: señal de colores en carpetas, tarjetas con especificaciones de producción, señales en sistemas, área en estante vacía, etc.

Cálculo de Personal Requerido. Mediante un gráfico de balance de trabajo es posible determinar cómo se encuentra distribuido el trabajo en los procesos y entre ellos sacando a la luz la realidad de la carga de operarios. Para tener un cálculo adecuado del número de operarios se hace la siguiente operación:

$$\text{No. Operadores} = \frac{\text{Suma de los tiempos de ciclo de los operadores}}{\text{Tiempo takt}}$$

Otros elementos importantes tomados en cuenta en Lean Manufacturing son el Trabajo en Equipo y el Mejoramiento Continuo (Kaizen). El ambiente "Lean" incentiva a las personas a que se involucren activamente en el mejoramiento de su propia área de trabajo, en un ambiente participativo que potencializa el conocimiento colectivo en la empresa.

A través del “kaizen” los equipos planean e implementan mejoramientos continuos en el flujo de valor, identificando y eliminando las fuentes de desperdicio, consiguiendo procesos que fluyen de manera estable, sin imprevistos.

Para la mejora continua es importante usar herramientas analíticas eficaces y métodos estructurados para la solución de problemas como son 5 Pasos, DMAIC,

Antes de aplicar todas estas herramientas y métodos del Lean, es importante para tener un mejor rendimiento aplicar 5S. El 5S organiza y estandariza cualquier lugar de trabajo, creando un ambiente físico adecuado para actividades de mejora, además de influenciar favorablemente el comportamiento de las personas

Por eso, es un paso preliminar para la implementación de varios métodos de mejoría, inclusive de Lean. Las 5S consisten en:

**SEIRI-Sentido de Utilización.** Separar lo necesario, consiste en seleccionar todo lo que es usado en el área de trabajo y eliminar todo lo que no es útil

**SEITON-Sentido de Ordenación.** Para simplificar el acceso se dispone los elementos necesarios de manera a facilitar y agilizar el acceso a los mismos, manteniéndolos organizados y con un lugar fijo. El uso de sombras (control visual) que determinen el lugar de ubicación es un excelente método para este paso.

**SEISO-Sentido de Limpieza.** Sanear el ambiente, limpiar y mantener limpio todos los recursos y el ambiente de trabajo.

**SEIKETSU-Sentido de Salud.** Sistematizar las prácticas, incorporar las prácticas del 5S al trabajo y crear mecanismos visuales para control del ambiente.

**SHITSUKE-Sentido de Autodisciplina.** Superar las barreras, asegurar el cumplimiento de las prácticas estandarizadas y mantener el local de trabajo siempre limpio, organizado y en constante mejoramiento y aplicación de las 5S. Esta técnica permite visualizar mejor los desperdicios, enseñando al grupo de trabajo los principios básicos de la estandarización, control visual y el trabajo en grupo.

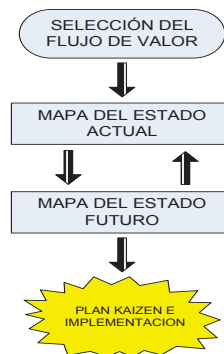
### 2.3.2 Mapeo de flujo de Valor

Esta es una herramienta estructurada de Lean que permite analizar los flujos de productos e información requeridos para satisfacer al cliente.

El mapeo permite plasmar el proceso productivo en un gráfico donde se especifican las actividades y procesos que agregan valor y los que no.

La implementación de esta herramienta está basada en cuatro pasos básicos: Selección del flujo de valor, Mapa del estado Actual, Mapa del estado Futuro, Plan Kaizen e Implementación.

**Figura 2.3 Pasos del Mapeo de Flujo de Valor**



**Fuente: Elaboración del Autor**

Para la selección del flujo a mapear se debe considerar cual es la familia de productos/servicios que utiliza el RCR (recurso con capacidad restringido) de la empresa, genera más Throughput e impacta con mayor fuerza al nivel de satisfacción del cliente.

La selección del proceso y los pasos siguientes deben incluir a todo el equipo de trabajo (equipo lean) y es imprescindible ir al “gemba”, tanto para asegurar la recolección de datos exactos como para adquirir la real percepción del ambiente operativo.

El equipo después de un recorrido por todo el flujo, puerta a puerta, para familiarizarse con el flujo, debe identificar los procesos básicos que forman parte. Posterior a esto, se divide para obtener datos de los diferentes procesos, y vuelve a reunirse para consolidarlos. Los datos que típicamente se buscan son:

Tiempo de Ciclo, Tiempo entre Salidas, Work In Process, Tiempo de Set Up, Tamaño del Batch, Horas de trabajo, Tiempo disponible para el flujo de valor, Indicadores de Calidad, Lead Time total de Producción, Flujo de Informaciones.

Esta también es una buena oportunidad para determinar otro tipo de desperdicios y señalarlos para un proyecto de mejora en el futuro.

Después de la recolección de datos se procede a graficar todo el flujo actual plasmado en las observaciones y datos recolectados. Este mapa de Flujo de Valor debe representar todos los tiempos y movimientos que las piezas tienen en un flujo determinado.

Una vez listo el mapa de estado actual se dibuja el mapa de estado futuro que trata de una planificación que busca el mejor desempeño del flujo de valor. La actividad central consiste en identificar los focos de mejora y las herramientas a ser utilizadas en los mismos. El mapa del estado futuro provee una visión integrada de las diversas acciones de mejora y de su impacto sobre el flujo.

Para esto es favorable focalizar el análisis en tres aspectos básicos y las distintas herramientas que ayudan a optimizarlos.

### **I. Demanda**

Buscar entender la demanda del cliente por sus productos, incluyendo requisitos de cantidad, calidad, plazo de entrega y precio.

Herramientas: Tiempo takt, Pitch, Recurso pulmón

## II. Flujo

Procurar establecer un flujo continuo de producción a través de toda la empresa, de tal modo que el cliente reciba el producto correcto, en el tiempo cierto y en la cantidad exacta con una cantidad mínima de desperdicios en el proceso.

Herramientas: Célula de trabajo, Balance del trabajo, Trabajo estandarizado, Supermercado en proceso, Kanban, Ruta FIFO, Proceso halado, Poka yoke.

## III. Nivelación

Distribución uniforme del volumen y la variedad (mix) de los productos en la producción, para reducir el inventario y permitir trabajar con lotes menores.

Herramientas: Retirada compasada, Caja de nivelación, Transportador de materiales (“runner”)

Para las oportunidades de mejora determinadas, se aumentan “nubes kaizen” al mapa las cuales trazan un camino de mejora que transformará el mapa actual en el futuro ya dibujado.

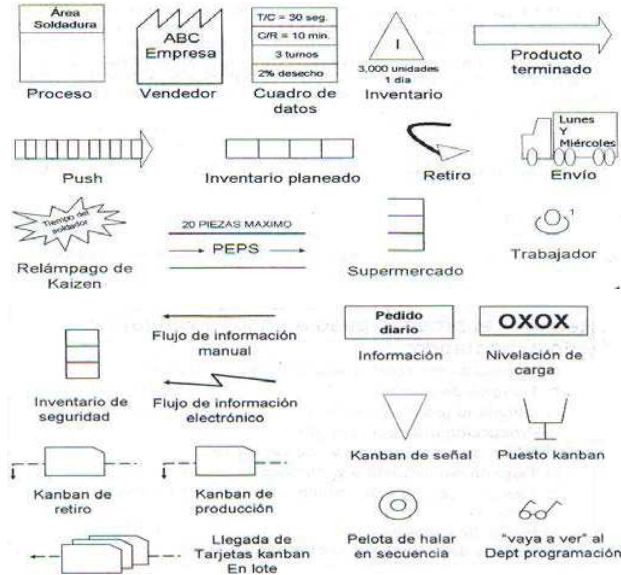
El Mapa de estado futuro es el punto de partida para el Plan Kaizen. Una vez establecido este plan, es importante definir indicadores de desempeño del flujo y de cada mejora para poder cuantificar el éxito del proyecto.

### **Íconos para Mapeo de Flujo de Valor:**

A continuación están expuestos los iconos que se usan en los gráficos de flujo de valor, junto a la descripción de uso en la parte inferior de cada grafico.



**Figura 2.4 Símbolos para Mapeo de Flujo de Valor**



Fuente: Elaboración del Autor

## 2.4 SMED.

La palabra SMED viene de la frase en inglés Single Minute Exchange Die, nacida del padre del cambio rápido Shigeo Shingo que estableció como meta realizar los cambios en menos de diez minutos.

Cambio Rápido es una herramienta importante dentro del sistema de Producción Toyota, la cual se ajustó perfectamente al objetivo Lean, acortando el tiempo de los flujos a través de la eliminación de los desperdicios en el Set Up.

Por otro lado Cambio Rápido es necesario para la aplicación de un sistema de Producción Toyota, ya que al proponer la producción de lotes más pequeños, es necesaria una mayor cantidad de cambios de tipo de producto. La herramienta SMED contribuye a que los tiempos de los procesos no aumenten al tener un mayor número de Set Up.

El tiempo de cambio o Set Up de una máquina o un proceso es el tiempo transcurrido entre la última pieza buena producida de un tipo de producto hasta la primera pieza buena del siguiente tipo de producto.

Así como muchas de las metodologías y herramientas utilizadas para la mejora de calidad, la aplicación del Cambio Rápido está basada en 6 pasos fundamentales que guían la implementación de esta herramienta, para obtener mejores resultados.

1.- Documentación del Estado Actual. Documentar los datos y resultados en los Set Up a trabajar y registrar todo tipo de movimientos y acciones involucradas en este proceso.

2.- Separación Interna y Externa. Al identificar las actividades involucradas en el Set Up, se debe clasificar éstas en dos tipos de actividades.

- Set Up Externo: Trabajo de preparación que se realiza mientras la máquina está produciendo.

- Set Up Interno: Trabajo que se realiza cuando la máquina está parada.

3.- Clasificar. Cada actividad del Set Up será clasificada dentro de una de las categorías Preparación, Sustitución, Ubicación, Calibración o Ajuste, Almacenamiento y otros en caso de que no pueda ser clasificado en ninguna de las categorías anteriores.

4.- Modifique. Esta es la base SMED. Una vez detallado todo el proceso de Set Up es momento de buscar alternativas que reduzcan los tiempos y esfuerzos involucrados en este proceso al mínimo posible. También se buscará la forma de transformar todo tipo de Set Up Externo para Set Up Interno.

Técnicas para modificar:

- Aplicar 5S .
- Eliminar o evitar las calibraciones. Es mejor usar plantillas y estándares.
- Utilizar topes fijos.
- Cambiar tornillos por elementos de sujeción inmediato (ajuste de una sola vuelta, binchas, etc)

- Aproveche la dirección de la fuerza de la máquina para efectuar movimientos.
- Tenga todos los materiales para Set Up a la mano y si es posible poder alcanzar estos sin dar ni un paso.
- Cambie el Lay Out.
- Reduzca la cantidad de puntos de sujeción.

5.- Implementación. Es momento de poner en práctica todas las modificaciones levantadas. Para esto se debe definir actividades, responsables y tiempos de ejecución junto a otros datos que se requieran para una ejecución bien llevada. El Plan Kaizen es una excelente herramienta donde se puede registrar todos estos datos e ir controlando el avance de la implementación.

6.- Evaluación. Una vez implementadas las mejoras se debe evaluar la eficiencia y verificar si los resultados obtenidos son los óptimos o si es necesario realizar alguna corrección.

Como toda mejora y cambio positivo, una vez se hayan obtenidos los resultados requeridos, es necesario estandarizar estos avances con el fin de mantener y asegurar el cumplimiento de las modificaciones realizadas, y con esto mantener la eficiencia del proceso.

# CAPÍTULO 3

## 3. APLICACIÓN DEL MÉTODO DMAIC.

Six Sigma como metodología de mejora y solución de problemas, Se desarrolla a través del DMAIC, un abordaje estructurado de implementación que nos ayuda a desarrollar el uso integrado de los mejores métodos y herramientas de análisis en proyectos de mejora que tienen como fin reducir la variabilidad de los parámetros importantes para la satisfacción del cliente.

### 3.1 Define.

Para definir el objetivo del proyecto se usó dos herramientas que permiten enfocar y formular con claridad el objetivo de mejora en el que estará basado. El Project Charter nos permite detallar los objetivos generales, responsables y restricciones potenciales a surgir en el avance del proyecto.

Por otro lado se aplica un Análisis de Pareto, con el fin de poner un ojo crítico en las condiciones actuales relacionadas al proyecto, y así enfocar todos los esfuerzos a las variables que realmente lo requieren.

#### 3.1.1 Project Charter.

**Objetivo:** Estudiar los flujos productivos e identificar acciones potenciales de mejora dentro de la cadena de valor de la empresa La Jugosa.

Reducción del inventario de materia prima y de producto terminado.

**Metodología Propuesta:**

Metodología Six Sigma- DMAIC

Herramientas de Lean Manufacturing

**Equipo de Trabajo:**

Champion: José Villagómez

Leader: José Villagómez

Black Belt Support: Eduardo Moura, Yoshiya Otofujii.  
Team Members: Edison Cudsqui, José Ortega

**Contexto:**

Inventario alto y sin control

**Ámbito de Trabajo:**

Actuar en WIP (Working In Process)  
Actuar en Inventario de materia Prima  
Actuar en Producto Terminado

**Análisis de Riesgo:**

Falta de datos reales.  
No aprobación de las inversiones y recursos humanos necesarios para la mejora.  
Resistencia al cambio de los operadores.  
Influencia de factores externos (disponibilidad y variabilidad de materia prima)

**Indicadores de Desempeño:**

Kg en fruta neta.  
\$ Invertido en inventario.

**Línea Base:**

Al iniciar la implementación del proyecto el estado de partida en el que se encontraba la compañía era la expuesta en el gráfico (G311A)

**Tabla 3.1 Inventario Promedio en las frutas seleccionadas (ver 3.1.2) para el proyecto: Mora, Guanábana y Naranja**

Fruta	Fruta Bruta (kg)	Precio Fruta (\$)	Pulpa en Proceso (kg)	Precio Pulpa (\$)	Producto Terminado (kg)	Precio PT (\$)	Kg Total	\$ Total
Mora	31200	1,19	800	2,014	2712	2,83	34712	46414,2
Guanábana	2188	1,34	1158	2,33	2000	3,32	5346	12270,1
Naranja	1530	0,60	485	1,35	1460	2,11	3475	4653,35
							43533	<b>63337,6</b>

Fuente: Elaboración del Autor

### Restricciones y Desafíos:

#### - Restricciones:

No es posible realizar mayores inversiones en este proyecto (aprox. 1000 \$).

No será posible hacer mayores intervenciones con proveedores ni clientes.

#### - Desafíos:

Desconocimiento de las filosofías por parte de los colaboradores.

Flujos de procesos no están bien diagramados.

#### • NOTA:

- En el proyecto de mejora es fundamental pasar de modo estructurado por todas las fases y actividades del DMAIC, ejecutando en detalle todas aquellas que sean aplicables al proyecto en cuestión.
- Las herramientas analíticas del apoyo deben ser seleccionadas de acuerdo con la necesidad, para ayudar el análisis y toma de decisión en cada etapa del proyecto.

Las herramientas jamás deben tornarse como una “camisa de fuerza”, usadas solamente por formalidad.

### 3.1.2 Análisis de Pareto.

Para este análisis tomamos datos de los niveles de compra de las distintas frutas ya que éste es un buen indicador del nivel que se mantiene en el inventario y los costos que representa.

Posterior a la recolección de datos del año 2010 y de dar un orden a éstos, uniéndolos y clasificándolos según su tipo, se elabora un Diagrama de Pareto, para así tener de forma gráfica, el comportamiento general del inventario y poder focalizar las acciones de mejora a las variables (fruta) que causan mayores pérdidas y problemas a la empresa.

A continuación un resumen de los datos de compra de fruta en el 2010 y el respectivo análisis de Pareto enfocado en la cantidad y costo de compra de las frutas.

**Tabla 3.2 Compra de Fruta 2010**

<b>Fruta</b>	<b>Cantidad Kg</b>	<b>Costo \$</b>
Coco	40174,33	31657,377
Durazno	887	753,95
Frutilla	33449,1	25568,28
Guanábana	136615,1	183376,445
Guayaba	4739,9	2129,932
Limon	14736,3	5640,529
Mango	53401,8	17056,1487
Manzana	1287,2	1180,955
Maracuya	18515,7	10044,563
Melon	7169,7	4330,432
Mora	146946,4	176259,56
Naranja	10479,7	3826,88877
Naranjilla	112604,2	67660,852
Papaya	604,8	225,96
Piña	32180,5	11480,872
Sandia	253,4	114,78
Tamarindo	1750,8	4784,636
Taxo	654,7	458,29
Tomate	62501	49973,537
Toronja	8430,3	2587,165

**Fuente: Elaboración del Autor**

Para tomar una decisión se realizó el análisis sobre dos niveles de datos.

1. Análisis de Pareto sobre la cantidad (kg) de compra de todas las frutas. Se toma esta variable como dato ya que el espacio físico ocupado por el inventario es una restricción para la empresa.

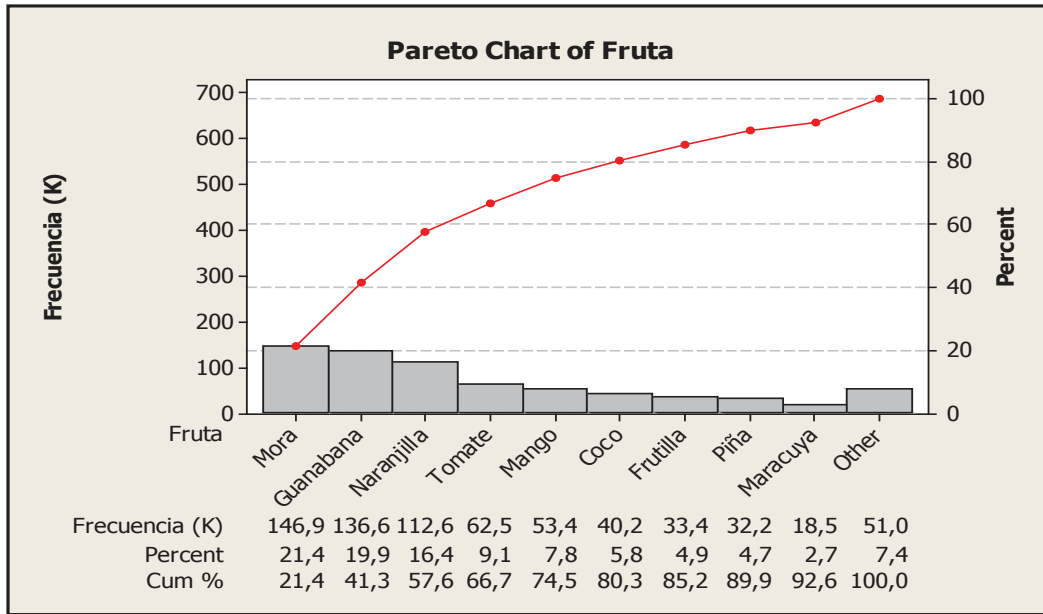


Tabla 3.3 Datos Pareto Cantidad de Fruta 2010

Fruta	Frecuencia	%	% Acumulado
Mora	146946,4	21,3776932	21,37769318
Guanábana	136615,1	19,8747005	41,2523937
Naranjilla	112604,2	16,3816061	57,63399978
Tomate	62501	9,09261609	66,72661587
Mango	53401,8	7,76886876	74,49548463
Coco	40174,33	5,84454264	80,34002727
Frutilla	33449,1	4,86615934	85,20618661
Piña	32180,5	4,68160401	89,88779062
Maracuya	18515,7	2,69365533	92,58144595
Limon	14736,3	2,14383	94,72527595
Naranja	10479,7	1,52458183	96,24985778
Toronja	8430,3	1,22643608	97,47629386
Melon	7169,7	1,04304459	98,51933844
Guayaba	4739,9	0,68955842	99,20889686
Tamarindo	1750,8	0,25470556	99,46360243
Manzana	1287,2	0,18726125	99,65086368
Durazno	887	0,12904034	99,77990402
Taxo	654,7	0,09524545	99,87514947
Papaya	604,8	0,08798602	99,96313549
Sandia	253,4	0,03686451	100
<b>Total</b>	<b>687381,93</b>	<b>100</b>	

Fuente: Elaboración del Autor

Figura 3.1 Pareto Cantidad de Fruta 2010



Fuente: Elaboración del Autor

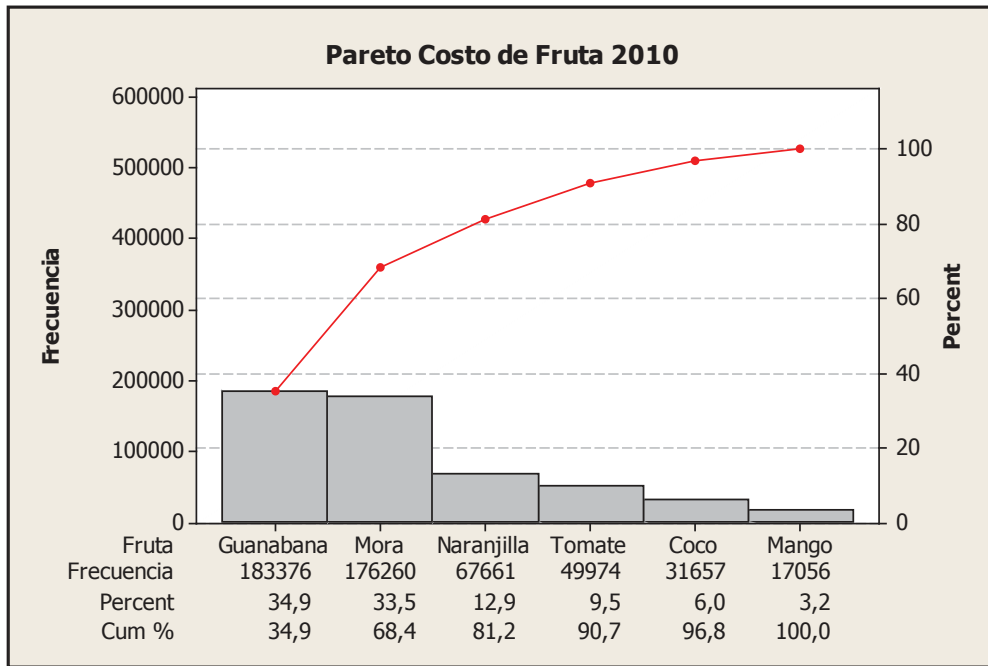
2. Posteriormente se levantó un Pareto de costo de compra de las frutas que representaban el 80% de los Kg comprados en el 2010. Se realizó este análisis ya que el tema económico es un factor crítico dentro de una empresa y por lo mismo de un proyecto de mejora.

Tabla 3.4 Datos Pareto Costo de Fruta 2010

Fruta	Frecuencia	%	% Acumulado
Guanabana	183376,45	34,8635079	34,8635079
Mora	176259,56	33,5104465	68,3739543
Naranja	67660,85	12,8636731	81,2376274
Tomate	49973,54	9,50096288	90,7385903
Coco	31657,38	6,01869673	96,757287
Mango	17056,15	3,24271295	100
<b>Total</b>	<b>525983,92</b>	<b>100</b>	

Fuente: Elaboración del Autor

**Figura 3.2 Pareto Costo de compra de Fruta 2010**



**Fuente:** Elaboración del Autor

Después de haber hecho el análisis con el gráfico de Pareto, se definió que el enfoque del proyecto estará dirigido a los flujos productivos de la Mora, la Guanábana y la Naranja ya que juntas presentan los índices más altos de compra de fruta (en Kg y dinero) y con ello altos estándares de inventario.

### **3.2 Measure.**

En la etapa Measure, se identificará el estado y las condiciones en las que se encuentran los procesos tomados en cuenta en este proyecto, que fueron definidos en la etapa anterior del DMAIC.

Se buscará identificar el flujo característico de los procesos y determinar cómo se encuentran inicialmente. También se validará el sistema de medición y las herramientas usadas para tomar las medidas y se determinarán las condiciones que caracterizan los procesos.

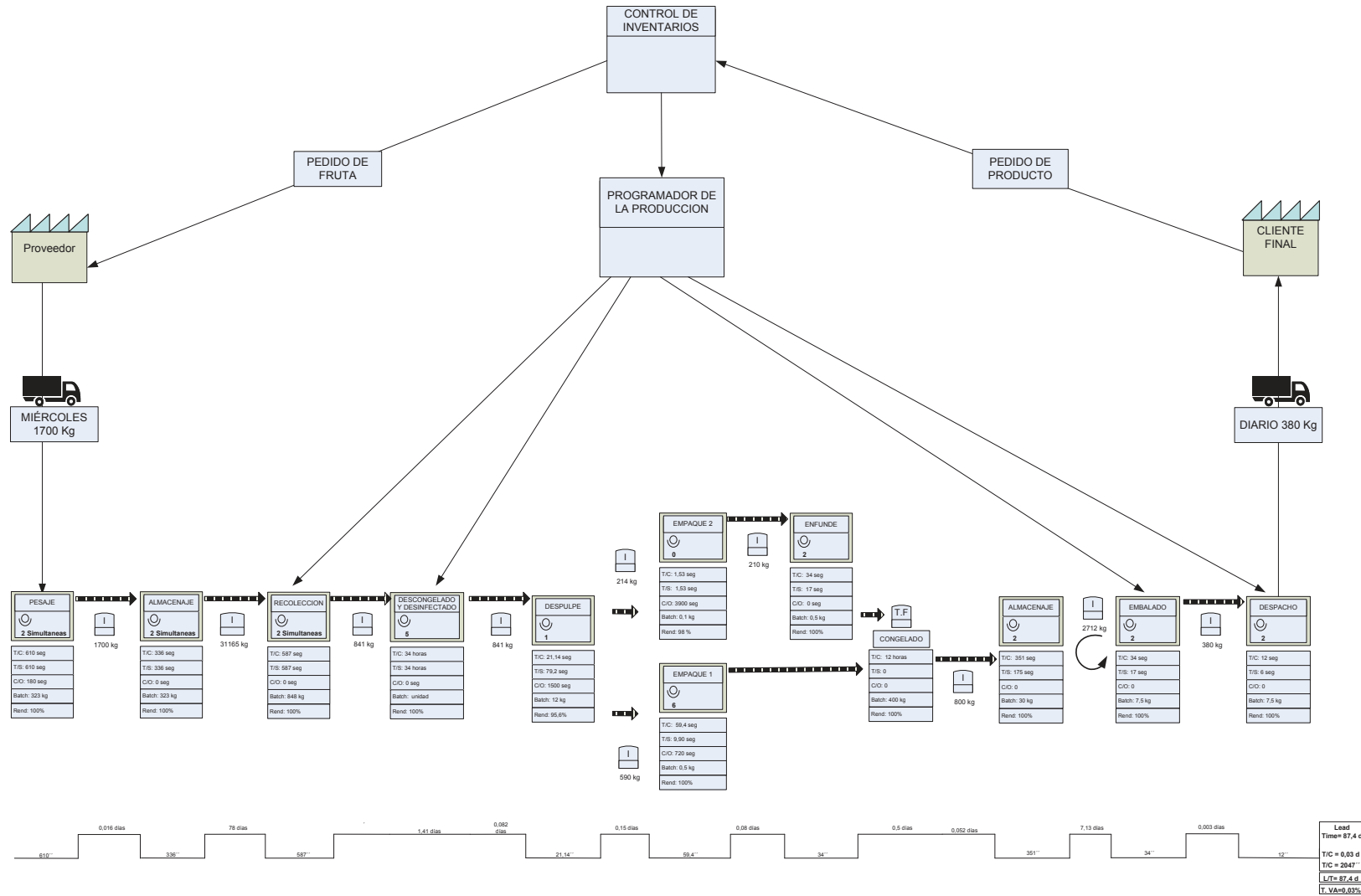
Todos estos datos ayudan a confirmar o redefinir el objetivo de mejora y marcan un punto de partida del proyecto. Esto nos permite establecer un

camino a seguir más preciso y tener un conjunto de datos e indicadores a comparar al final del proyecto para así evaluar la efectividad de la implementación.

### **3.2.1. Mapear los Procesos**

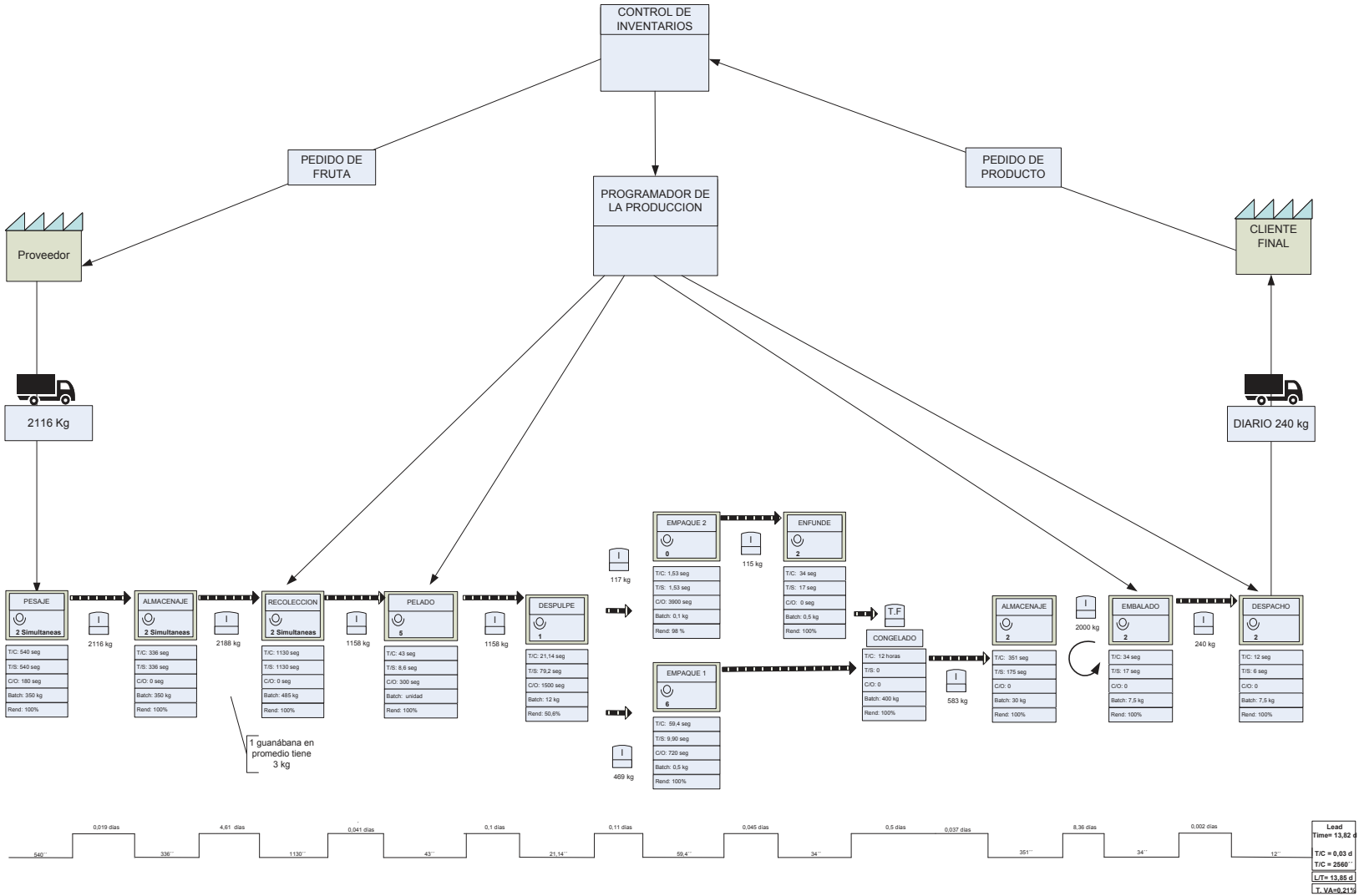
El Mapeo de Flujo de los procesos permite tener una visión general del escenario en el que se va a trabajar y del flujo tradicional que sigue la producción de las frutas seleccionadas. Con esto se logra tener en conocimiento los suministradores, entradas, actividades, salidas y clientes que intervienen en estos procesos.

Figura 3.3 Mapeo de Flujo de valor actual Mora



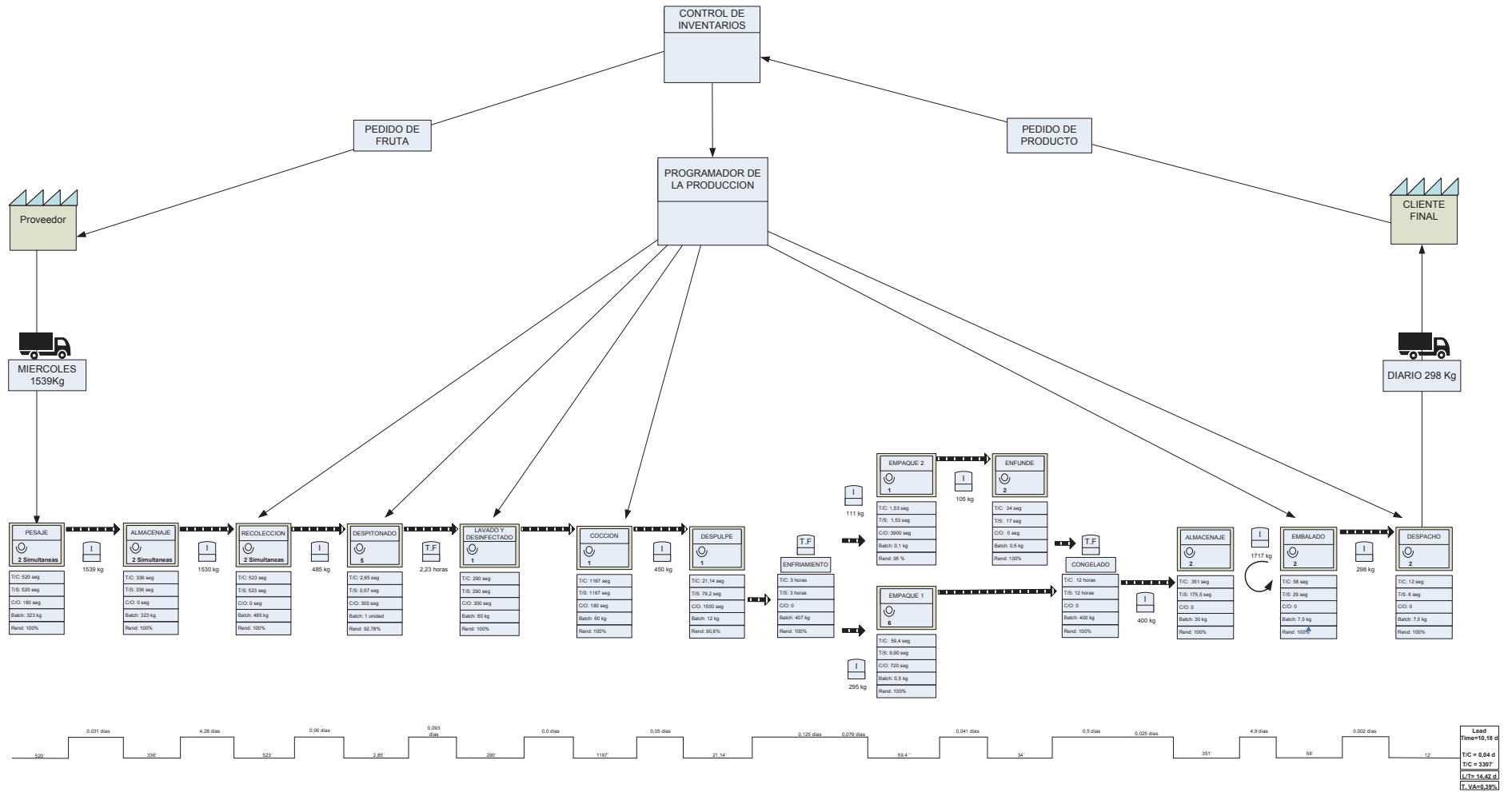
Fuente: Elaboración del Autor

Figura 3.4 Mapeo de Flujo de valor actual Guanábana



Fuente: Elaboración del Autor

Figura 3.5 Mapeo de Flujo de valor actual Naranja



Fuente: Elaboración del Autor

### 3.2.2. Validación del Sistema de Medición.

Tomando en cuenta el manejo que la empresa lleva para el control de la producción, los datos y registros generados históricamente y la facilidad de medida y cálculo, se confirmó el peso de fruta en kg como el sistema de medida a manejar en este proyecto.

Para una correcta medición contamos con dos balanzas electrónicas 100% disponibles (una balanza móvil y una fija) capaces de ser enceradas de forma automática si es necesario. Estas herramientas nos facilitarán y garantizarán las medidas a ser tomadas de forma oportuna y precisa.

**Figura 3.7 Registro de Pesos**



**Figura 3.6 Balanza Electrónica**



Fuente: Elaboración del Autor

### 3.2.3. Condiciones Iniciales y confirmación del objetivo de mejora.

Como se ha expresado anteriormente en el Project Charter, al inicio del proyecto, en los flujos de las frutas determinadas como críticas y en las que se enfocará el proyecto, la empresa parte con un inventario promedio de 65117,7 \$ producto de la suma de Fruta bruta, fruta en proceso y producto terminado como se puede observar en el gráfico (G311A).



Después de tener una visualización global de los flujos escogidos y tener medida la cantidad real de inventario que se maneja en éstos, podemos confirmar lo crítico del estado actual y la importancia del proyecto enfocado en buscar soluciones que alivianen el flujo y disminuyan inventarios principalmente en los productos que ocupan la mayor parte de esfuerzos de La Jugosa determinados en la fase Define.

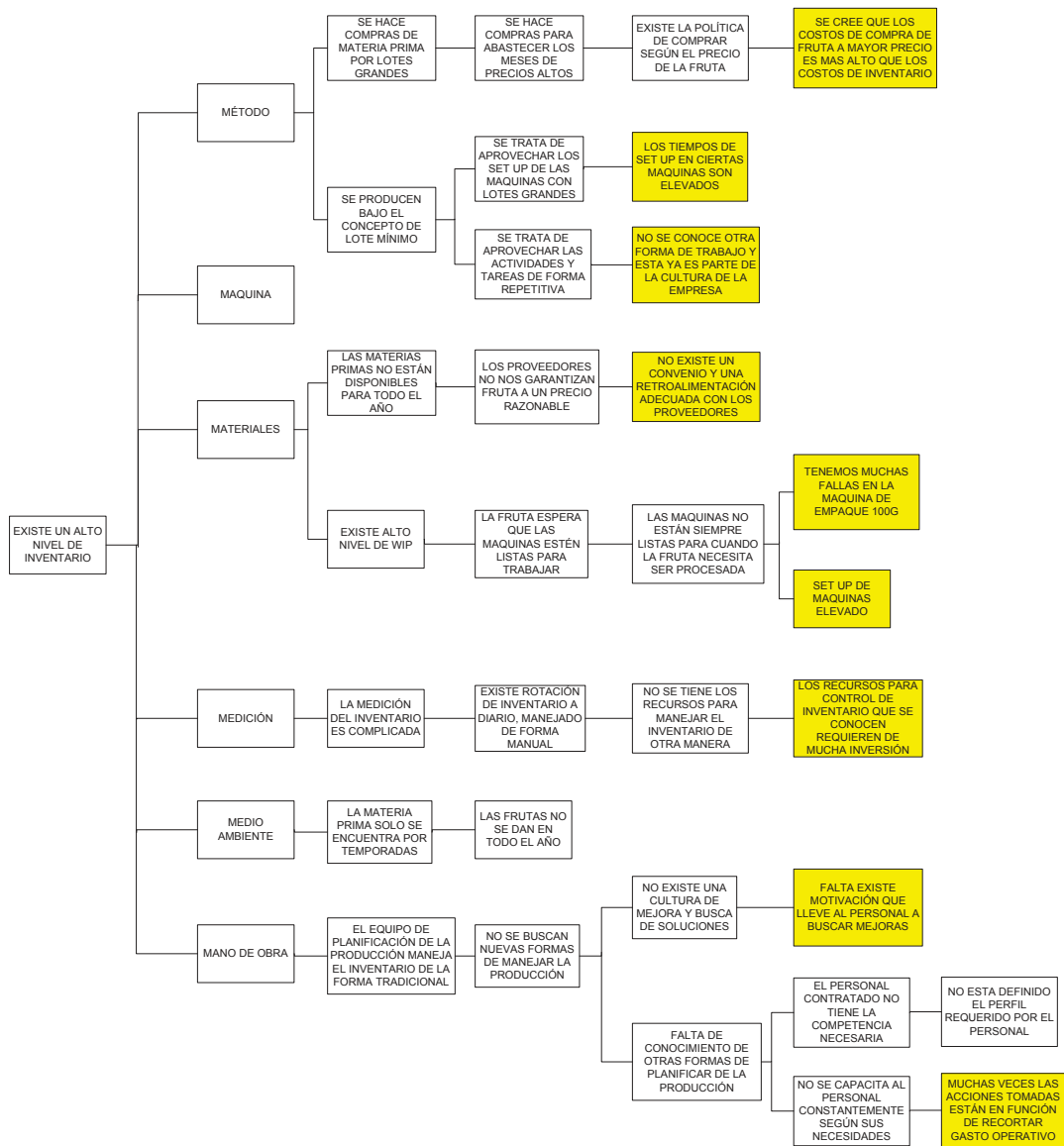
### **3.3. Analyze**

En esta fase se tiene el fin de determinar las causas potenciales que provocan el alto nivel de inventario para así estudiarlas y poder fijar soluciones que las eliminen.

#### **3.3.1. Identificación de causas potenciales.**

A continuación un Análisis de Causa Efecto mediante Diagrama de Árbol, el cual nos permite analizar varios aspectos por separado y con esto plantear distintos problemas que pueden ser encontrados.

Figura 3.8 Diagrama del Árbol – Análisis Causa Efecto



Fuente: Elaboración del Autor

### **3.3.2. Validación y selección de causas.**

Después del Análisis de Causa Efecto encontramos varias teorías que deben ser validadas y comprobadas mediante un análisis más profundo plasmado con datos que confirmen lo planteado.

En el Diagrama de Árbol, se puede identificar varias causas potenciales que para poder ser analizadas se las ha dividido en externas e internas al proceso.

La causa externa que influye con más fuerza en la conservación de altos niveles de inventario es que existe una gran variación de precio en la fruta a comprar según la temporada y se considera que es conveniente y se reduce los costos el comprar grandes cantidades de fruta en la temporada de precios bajos para consumir en tiempos que la fruta se consigue a precios altos.

Para probar esta teoría se analizará el comportamiento de compra que ha tenido la empresa en los últimos dos años.

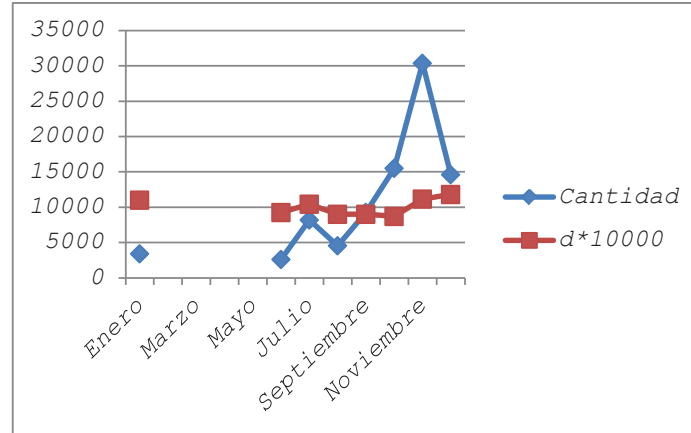
Posterior a esto se evaluará el nivel de variación de precio de fruta y se realizará una comparación entre los costos por comprar la fruta, sin importar la variación de precio (primer escenario) vs los costos de inventario por mantener fruta comprada para temporada de alto precio (segundo escenario)

#### **3.3.2.1. Análisis de causas externas.**

En esta etapa se buscará identificar y analizar el comportamiento del ambiente en el que se desenvuelve la empresa, para así poder ver los factores que tienen influencia sobre el proceso. Basándonos en los datos obtenidos, se buscará ver la forma de manejar y adaptar las condiciones presentadas para conseguir un mayor beneficio de La Jugosa.

### 3.3.2.1.1. Análisis Costo de Fruta vs Cantidad Comprada

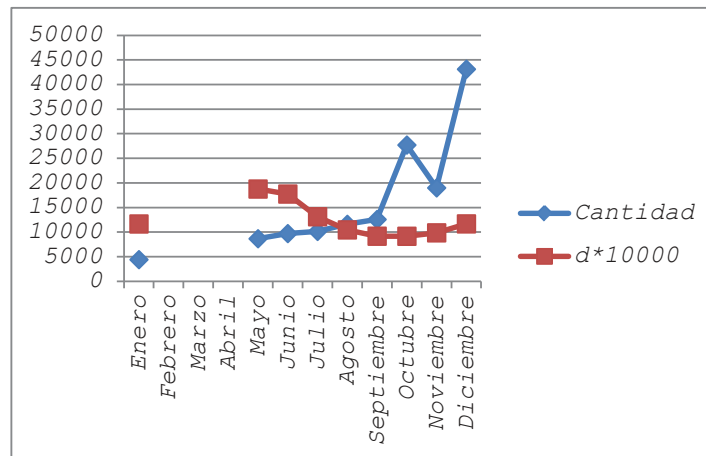
Figura 3.9 Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Mora 2009



Fuente: Elaboración del Autor

Cantidad de fruta comprada vs precio de fruta en el momento de la compra (d\*10000 = costo \*10000 para tener dimensiones semejantes en las dos medidas)

Figura 3.10 Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Mora 2010



Fuente: Elaboración del Autor

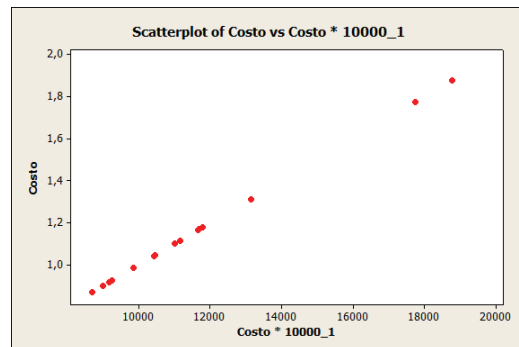
Cantidad de fruta comprada vs precio de fruta en el momento de la compra ( $d \cdot 10000 = \text{costo} \cdot 10000$  para tener dimensiones semejantes en las dos medidas)

Como se puede ver en los gráficos anteriores, no existe una relación directa que indique que se hacen grandes compras de fruta para aprovechar el bajo costo de ésta, en ciertos casos sucede lo contrario.

Esta correlación entre estas dos variables es más fácil de visualizar y estimar mediante un gráfico de correlación el cual debería comportarse como el gráfico planteado a continuación y marcar valores cercanos a:

- Coeficiente de correlación: entre 0,9 y 1 o -0,9 y -1
- p-value cercano a 1
- 

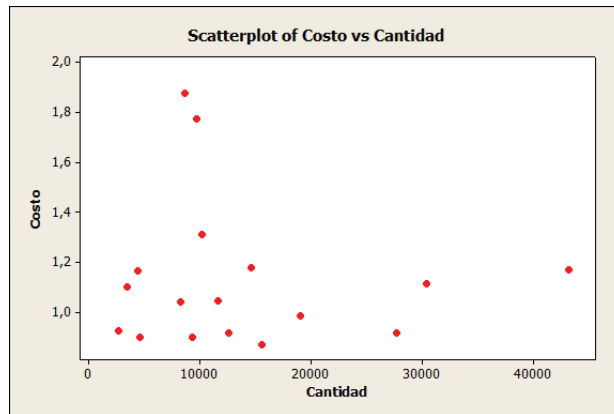
**Figura 3.11 Gráfico ejemplo de correlación perfecta**



**Fuente: Elaboración del Autor**

Nota: Para los gráficos de correlación se ha considerado los valores en conjunto de 2009 y 2010 en cada grafico.

**Figura 3.12 Gráfico de Correlación Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Mora**



Fuente: Elaboración del Autor

- Coeficiente de Correlación =  $-0,080$  - muy bajo coeficiente de correlación negativa - el 0,64% de los datos se presentan correlacionados.

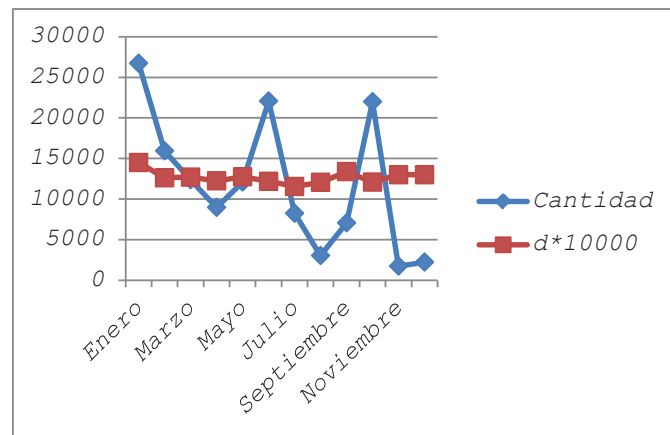
- P-val=  $0,761$  = con un alto nivel de confianza.

En el caso anterior se demuestra mediante la prueba de correlación que no ha existido una dependencia aplicada entre el costo de la fruta por temporada y la cantidad de ésta que se ha comprado.

Esta política puede ser una fuerte causa del problema de inventarios que ha mantenido la empresa aunque no haya traído ningún beneficio ya que no se la ha aplicado de forma correcta sino todo lo contrario.

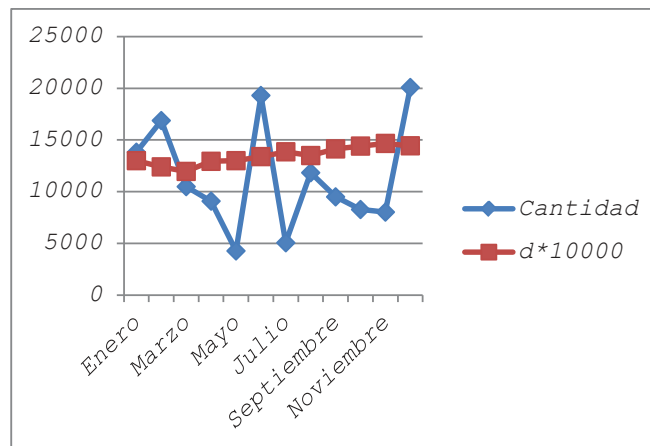
El análisis de Costo de Fruta vs Cantidad Comprada realizado a la Mora se hizo también para las otras dos frutas del estudio teniendo los siguientes resultados.

**Figura 3.13 Costo de Fruta vs Cantidad Comprada**  
**Guanábana 2009**



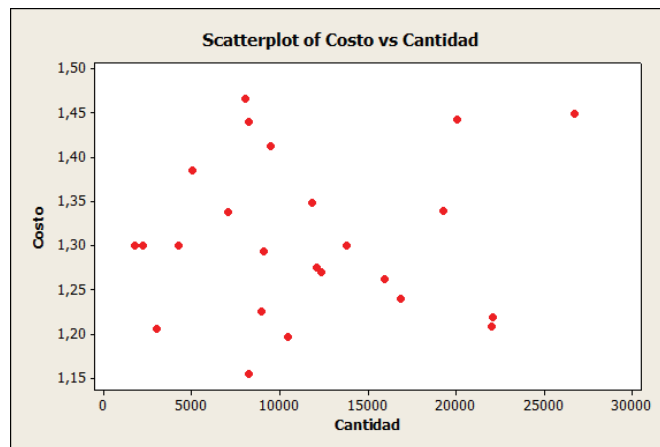
Fuente: Elaboración del Autor

**Figura 3.14 Costo de Fruta vs Cantidad Comprada**  
**Guanábana 2010**



Fuente: Elaboración del Autor

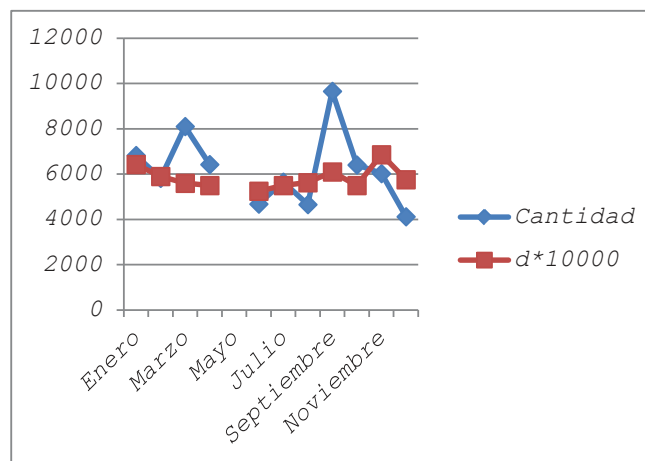
**Figura 3.15 Gráfico de Correlación Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Guanábana**



Fuente: Elaboración del Autor

- Coeficiente de Correlación =  $-0,076$  - muy bajo coeficiente de correlación negativa - el 0,57% de los datos se presentan correlacionados.
- P-val=  $0,723$  = con un alto nivel de confianza

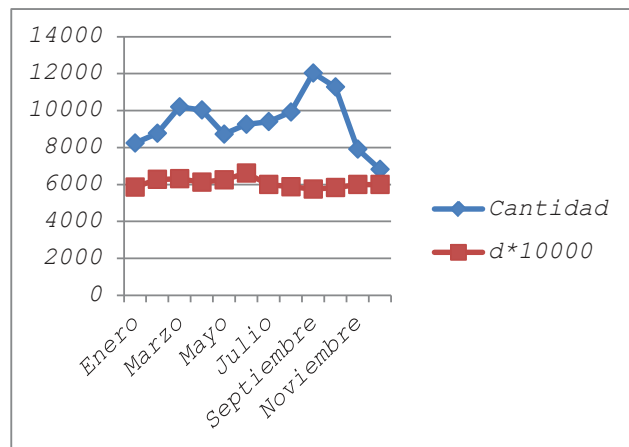
**Figura 3.16 Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Naranja**  
**2009**



Fuente: Elaboración del Autor

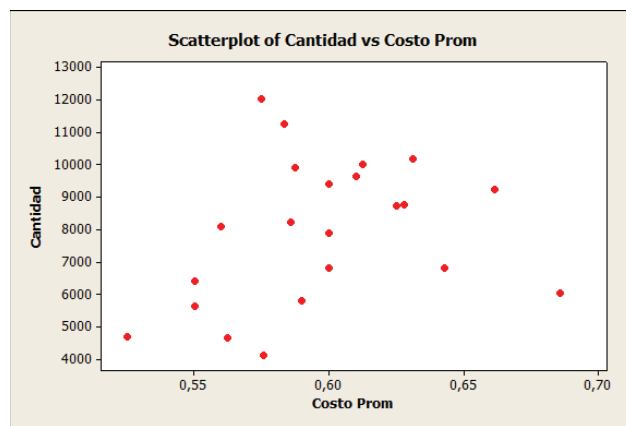


**Figura 3.17 Costo de Fruta vs Cantidad Comprada Naranjilla  
2010**



Fuente: Elaboración del Autor

**Figura 3.18 Gráfico de Correlación Costo de Fruta vs  
Cantidad Comprada Naranjilla**



Fuente: Elaboración del Autor

- Coeficiente de Correlación =  $-0,305$  - muy bajo coeficiente de correlación negativa - el 0,57% de los datos se presentan correlacionados.
- $P\text{-val} = 0,157$  = aceptando  $H_0$

Al igual que en el análisis hecho sobre la Mora, en la Guanábana y la Naranjilla se puede ver el mismo comportamiento de compra de una forma más marcada

ya que a pesar de tenerse una política de compra en temporadas de bajo costo de la fruta, los gráficos reflejan que no se ha dado este comportamiento.

Por otro lado en los gráficos podemos ver que la variación de precios reflejados en los dos últimos años es mucho menor a la variación reflejada en la cantidad de compra de la fruta que en teoría era provocada por el factor costo de la fruta.

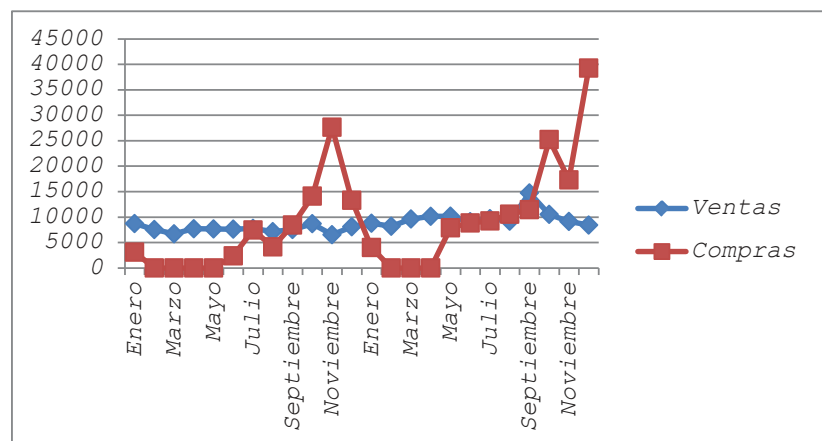
Esta última es una conclusión muy importante que junto al análisis de correlación efectuado, permite cuestionar la efectividad de la política de compra actual, abriendo paso al estudio de costo beneficio que nos lleve a evaluar la posibilidad de comprar la fruta acorde a la demanda del mercado y no al precio más conveniente según la temporada (sección 3.4.2.1).

### 3.3.2.1.2. Análisis de Cantidad Comprada vs Demanda

Al confirmar la teoría planteada sobre las pérdidas económicas y el exceso de inventario causados por la política de compra a bajo precio, estudiamos las características de la demanda y su variación y la comparamos con el comportamiento de compra que se ha mantenido. Así asegurarnos que no se ha aplicado una política de compra según la demanda, punto que ha sido planteado como posible solución a aplicarse.

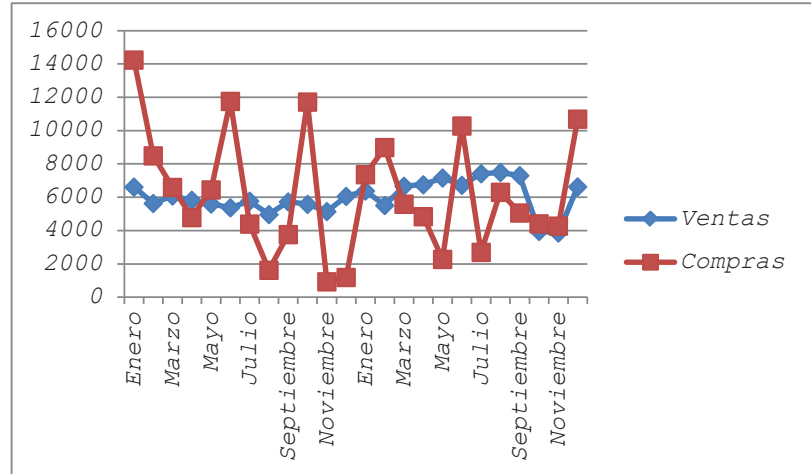
Nota: A las cantidades compradas se les ha multiplicado por un coeficiente respectivamente que representa el nivel de pérdida por rendimiento de la fruta.

**Figura 3.19 Cantidad Comprada vs Ventas Mora 2009-2010**



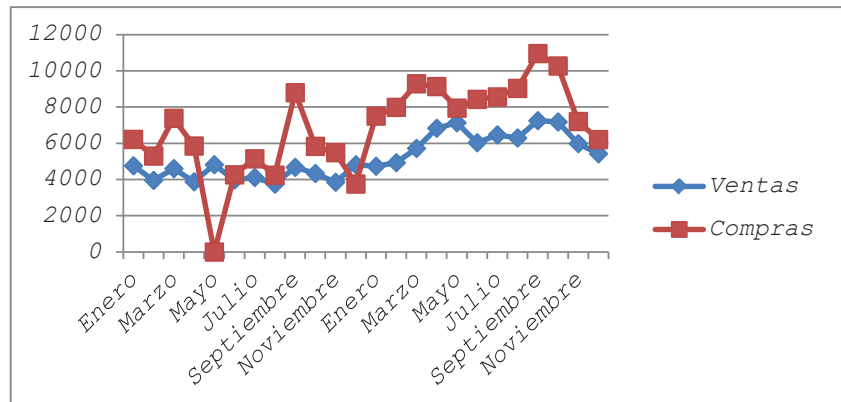
Fuente: Elaboración del Autor

**Figura 3.20 Cantidad Comprada vs Ventas Guanábana 2009-2010**



Fuente: Elaboración del Autor

**Figura 3.21 Cantidad Comprada vs Ventas Guanábana 2009-2010**

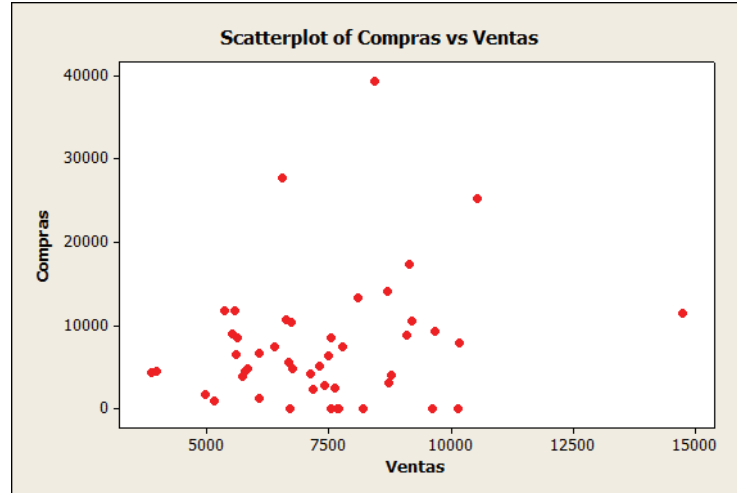


Fuente: Elaboración del Autor

En los tres gráficos anteriores podemos ver una diferencia abrumadora entre la variación existente en la cantidad de compra de fruta respecto a la cantidad de fruta vendida (demanda). De igual forma se visualiza una diferencia importante entre las magnitudes compradas y las vendidas.

Una vez observado que la diferencia de variación y sus magnitudes entre una y otra no tiene punto de comparación, procedemos a realizar los respectivos gráficos de correlación para ver si es que a pesar de las magnitudes observadas, el comportamiento de compra es guiado de alguna forma por la demanda.

**Figura 3.22 Gráfico de Correlación Compras vs Ventas Mora**

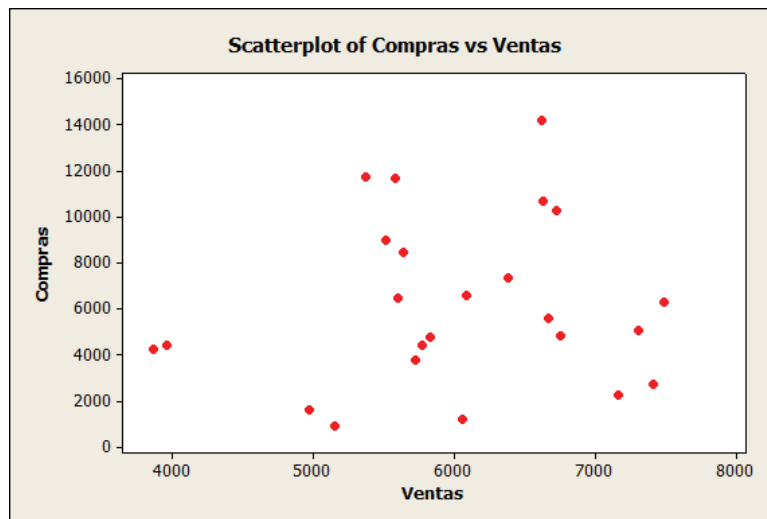


Fuente: Elaboración del Autor

- Coeficiente de Correlación = 0,212 - muy bajo coeficiente de correlación
- El 4,49% de los datos se presentan correlacionados.

**Figura 3.23 Gráfico de Correlación Compras vs Ventas**

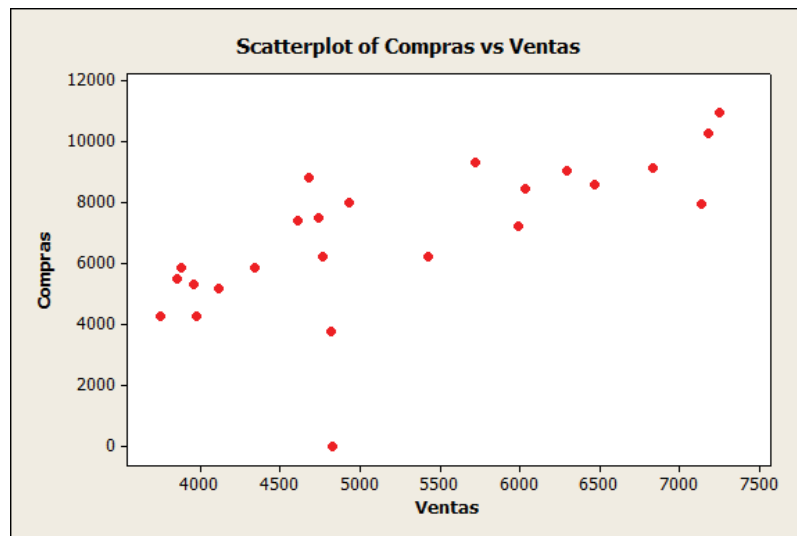
**Guanábana**



Fuente: Elaboración del Autor

- Coeficiente de Correlación = 0,110 - muy bajo coeficiente de correlación
- El 1,21% de los datos se presentan correlacionados.

**Figura 3.24 Gráfico de Correlación Compras vs Ventas  
Naranjilla**



Fuente: Elaboración del Autor

- Coeficiente de Correlación = 0,693 – muy leve coeficiente de correlación
- el 48,02% de los datos se presentan correlacionados.

Con el análisis de correlación hecho anteriormente de la cantidad de fruta comprada vs la cantidad de fruta vendida, se puede ver que la compra de fruta tampoco tenía relación alguna con los requerimientos de cantidad de la demanda.

Los resultados obtenidos nos permiten evaluar la posibilidad de cambiar la política de compra basada en el precio y establecer una compra según demanda del cliente. Para esto será necesario realizar un cálculo del inventario necesario realizado a partir del mapeo de flujo de valor de los procesos y otros cálculos pertinentes (cálculo de supermercados, inventarios max y min, estimación de la demanda, etc).

### 3.3.2.2. Análisis de causas internas.

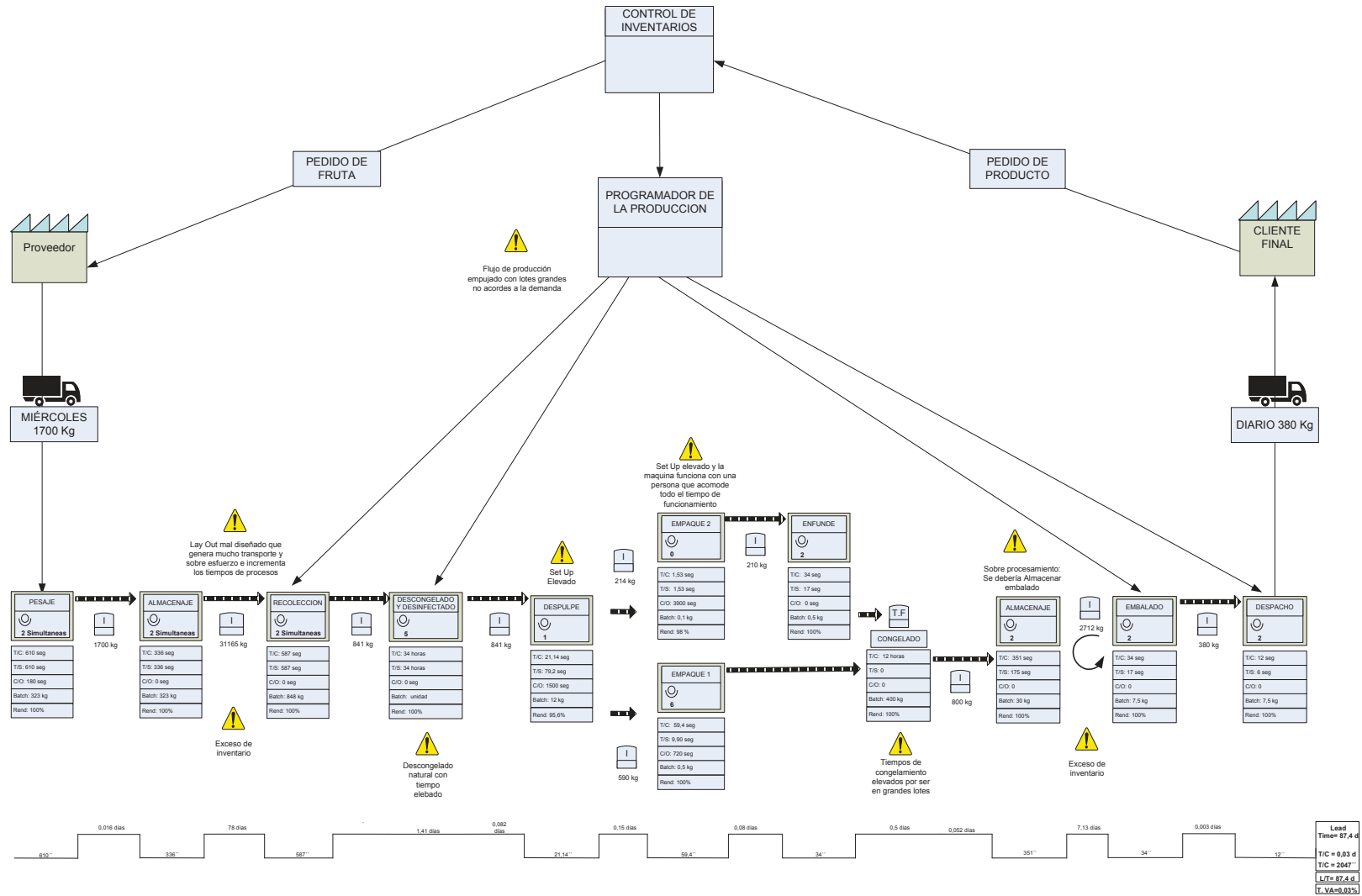
A partir de lo observado en el análisis anterior, pasamos a evaluar las causas internas al proceso, encontradas en el Diagrama de árbol para así solucionar aquellas que estén afectando a nuestro problema y se pueda transformar los

flujos actuales de cierta forma que puedan adaptarse al método de compra planteado.

#### **3.3.2.2.1. Análisis de problemas en el Flujo de Valor.**

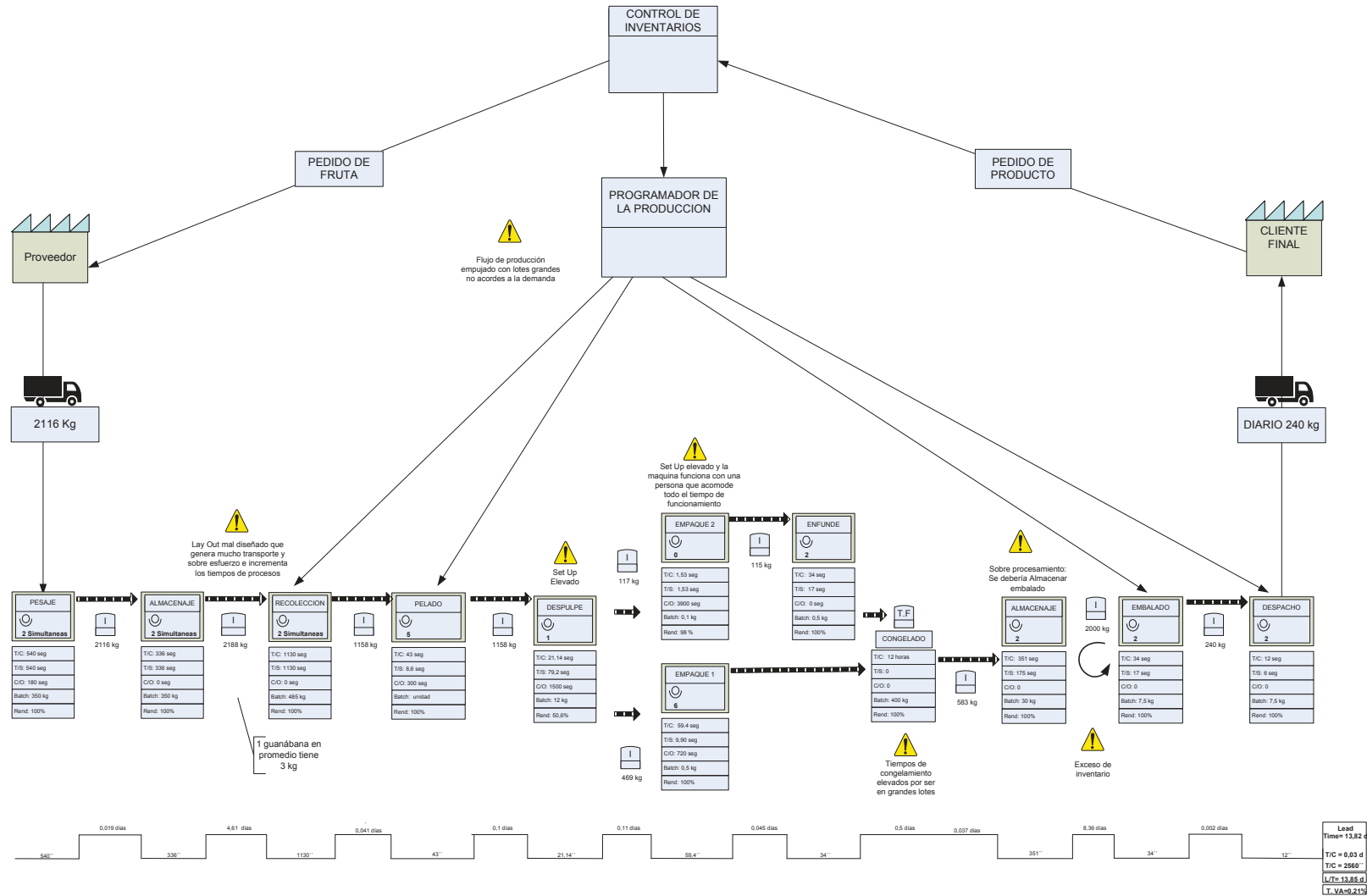
Como ha sido definido, a continuación se realiza un análisis del Flujo de Valor Agregado de las distintas frutas, con el fin de encontrar y validar las causas determinadas en el análisis de causa efecto, las cuales son parte del problema de inventarios.

Figura 3.25 Análisis de problemas en el Flujo de Valor – Mora



Fuente: Elaboración del Autor

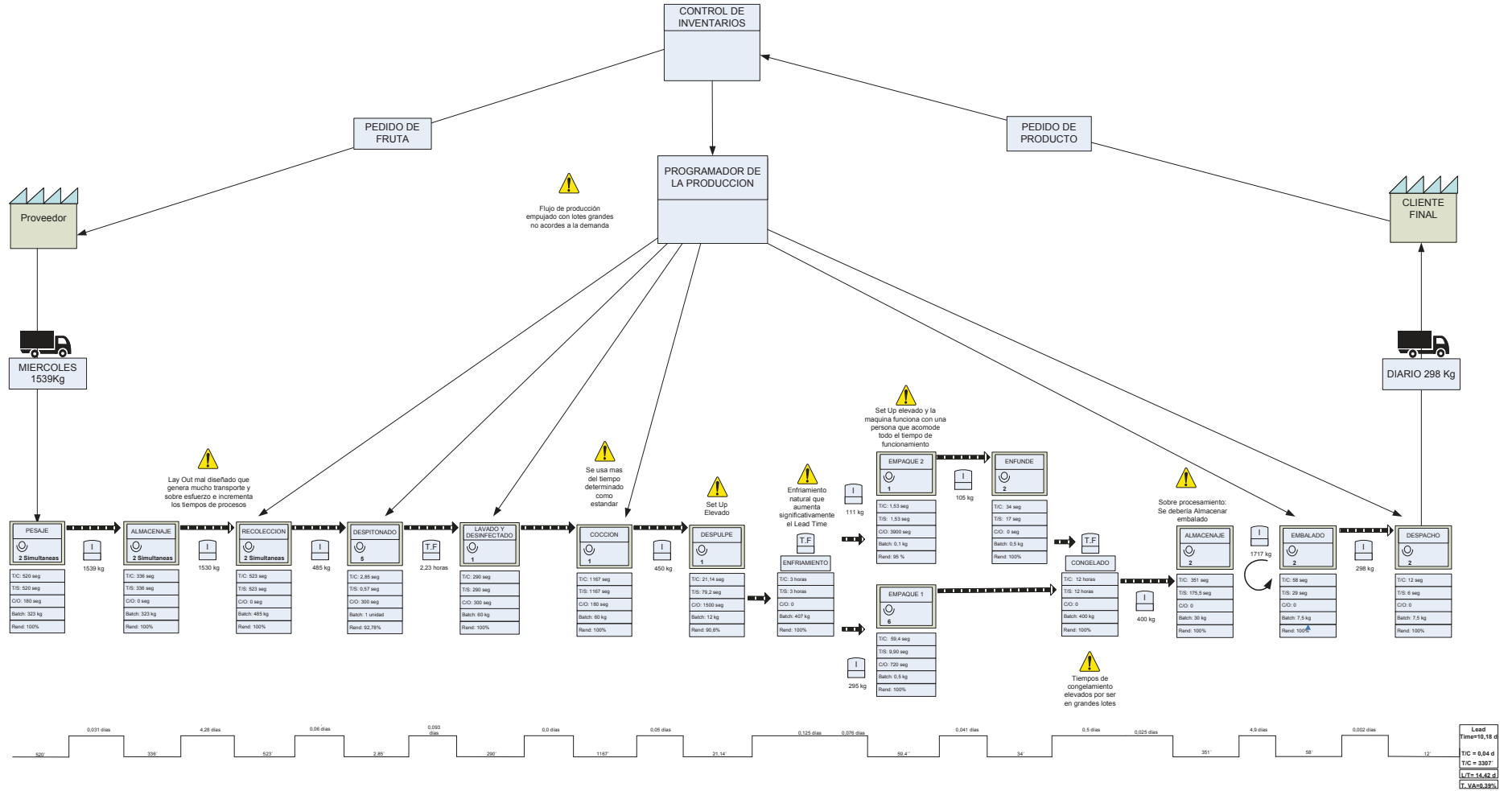
Figura 3.26 Análisis de problemas en el Flujo de Valor – Guanábana



Fuente: Elaboración del Autor



Figura 3.27 Análisis de problemas en el Flujo de Valor - Naranja



Fuente: Elaboración del Autor

Al tener flujos muy similares y al ocupar similares procesos se ha encontrado los mismos problemas a mejorar los cuales están descritos a continuación:

Problemas en los flujos de valor:

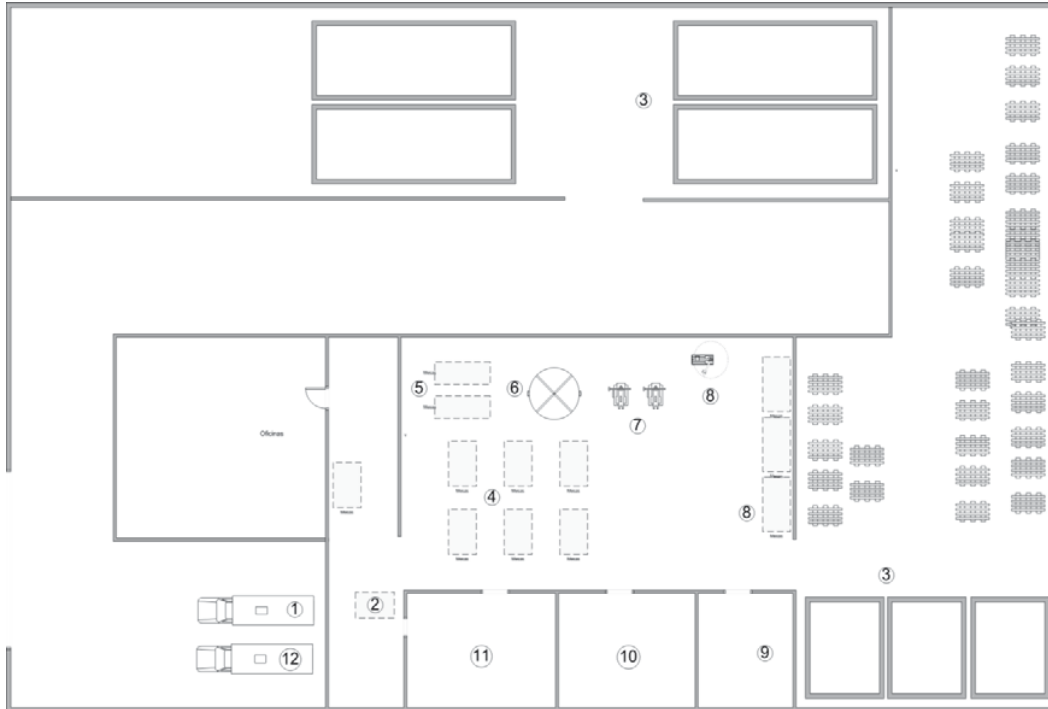
- a) La planificación de la producción y el flujo de procesos es de forma empujada y no se encuentra acorde a la demanda.
- b) Lay out mal diseñado, causando un flujo incorrecto y mucho desperdicio (transporte).

A continuación se presenta un gráfico del lay out que se mantiene actualmente. En este se representa en forma de secuencia de números el flujo tradicional de la materia en proceso.

Descripción de la secuencia de números:

- 1.- Recepción y descarga de la Fruta (materia prima).
  - 2.- Pesaje de la carga recibida.
  - 3.- Almacenamiento de la materia prima en los distintos containers
    - Containers parte superior del gráfico: Fruta que no requiere ser congelada.
    - Containers parte inferior derecha del gráfico: Fruta que requiere ser congelada (container a bajas temperaturas).
  - 4.- Mesas para trabajo en fruta (lavado, despitonado, descongelado, etc.).
  - 5.- Mesas para lavado antes del cocinado (para las frutas que pasan por el proceso de cocinado)
  - 6.- Cocinado
  - 7.- Despulpe
  - 8.- Empaque manual y automático (para paquetes de 100 gramos)
- Nota: Los congeladores 9, 10 y 11 son iguales pero usados con distinto fin.
- 9.- Usado para congelar la pulpa recién procesada.
  - 10.- Congeladores usados para agrupar y guardar la pulpa una vez ya congelada.
  - 11.- Congeladores para pulpa que va a ser retirada para la venta.
  - 12.- Despacho de producto para cliente.

Figura 3.28 Lay Out Actual



Fuente: Elaboración del Autor

En el Lay Out es posible observar un sobre esfuerzo y alto nivel de transporte en los puntos 2, 3 y 4 teniendo que atravesarse una larga distancia cargando pesos elevados.

Por otra parte es evidente un manejo excesivo al mover de los distintos congeladores varias veces el producto.

- c) Set Up elevado en las máquinas de despulpe y empaque de 100 g y dependencia de un operario continuamente para controlar el funcionamiento de esta última.
- d) Excesos de inventario tanto de materia prima como de producto terminado.
- e) Tiempos de cocción variables sin tener un estándar fijo.
- f) Tiempos de enfriamiento y descongelado muy altos, ya que no se interviene en éstos.
- g) Alto tiempo para congelar el producto terminado, por ser de batchs muy grandes.

Mediante los análisis correspondientes se ha determinado varias causas internas y externas al proceso que llevan a La Jugosa a tener niveles elevados de inventario, las cuales atacaremos buscando soluciones que las minimicen y eliminen.

Por otro lado mejorando las condiciones mencionadas será más fácil trabajar bajo una respuesta rápida al mercado como ha sido planteado.

**Figura 3.29 Malas Prácticas en Planta**





Fuente: Elaboración del Autor

Una vez encontradas y validadas las causas que se habían planteado en un inicio, pasamos a la siguiente fase del DMAIC en la cual se levantarán las soluciones más apropiadas para atacar estas causas.

### **3.4. Improve.**

Para esta fase del proyecto se toman las causas validadas en la etapa anterior, para levantar las soluciones que las eliminen y nos ayuden a tener un resultado exitoso en la reducción del inventario.

#### **3.4.1. Generar soluciones potenciales.**

La generación de soluciones la realizamos levantando un mapeo de Flujo Futuro a través del análisis correspondiente sobre Demanda, Flujo y Nivelación en el Flujo Actual.

El Mapeo de Flujo nos permite identificar de forma visual donde se encuentran los problemas y mediante el análisis de Flujo y Nivelación en el Flujo Actual ver que herramientas aplicar en cada caso.

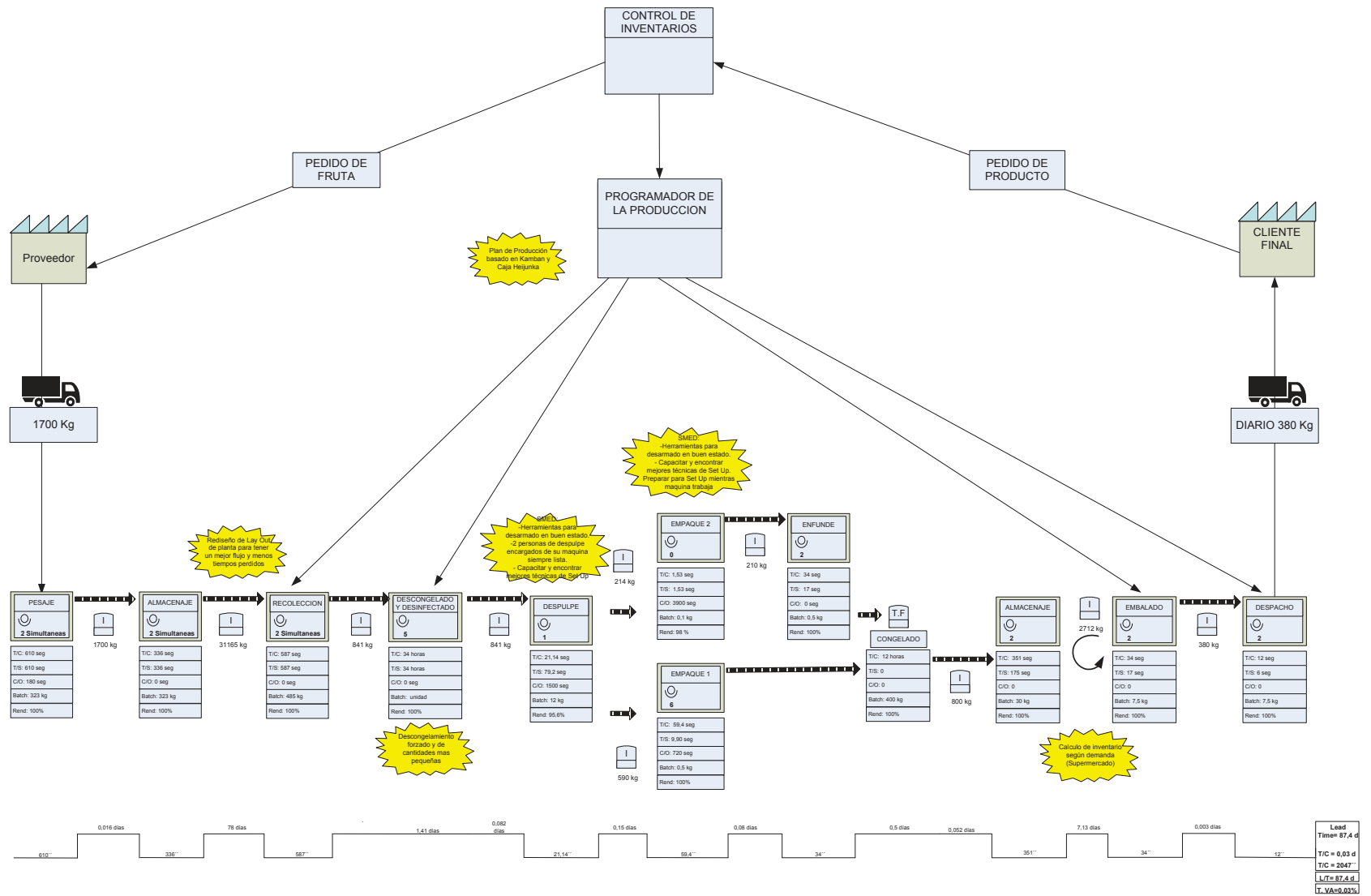
Una premisa importante que se debe tomar para este análisis es que: la variabilidad de precios de la fruta no es tan significativa como para establecer la política de compra de fruta según el precio de ésta.

Por esto, antes de plantear e implementar las mejoras, la primera solución deberá ser eliminar la política (compra de fruta dependiendo de su precio) la cual será analizada posteriormente.

A continuación se presentan los Mapeos de flujo con las respectivas mejoras levantadas a partir del análisis del flujo tradicional, la nivelación de cargas y de

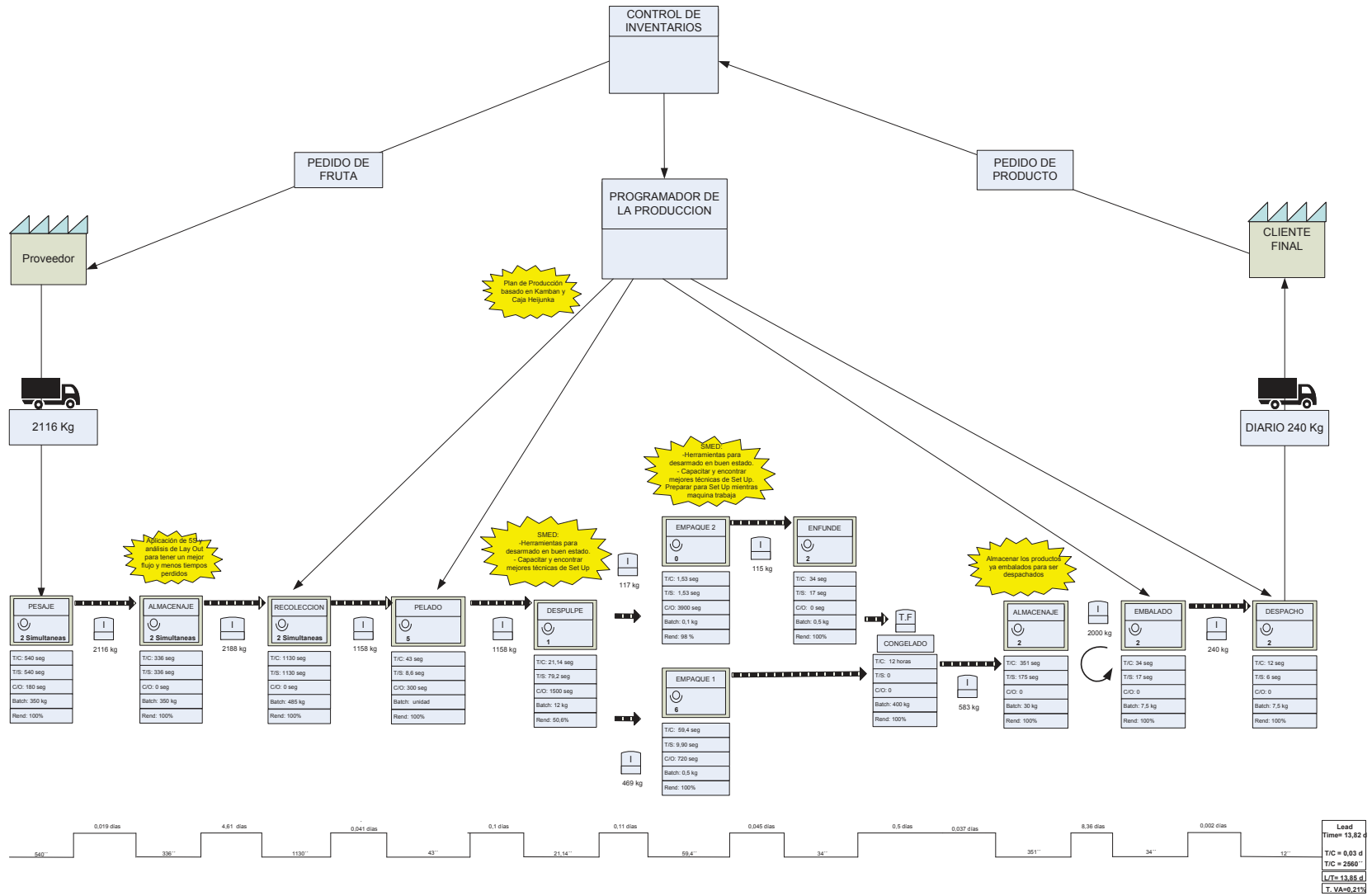
producción y el comportamiento de la demanda, realizado en la etapa anterior. Con todos los problemas encontrados se buscan herramientas y métodos de la producción Lean que ayuden a disminuir y si es posible eliminar estos problemas en los flujos.

Figura 3.30 Mapeo con soluciones potenciales Mora



Fuente: Elaboración del Autor

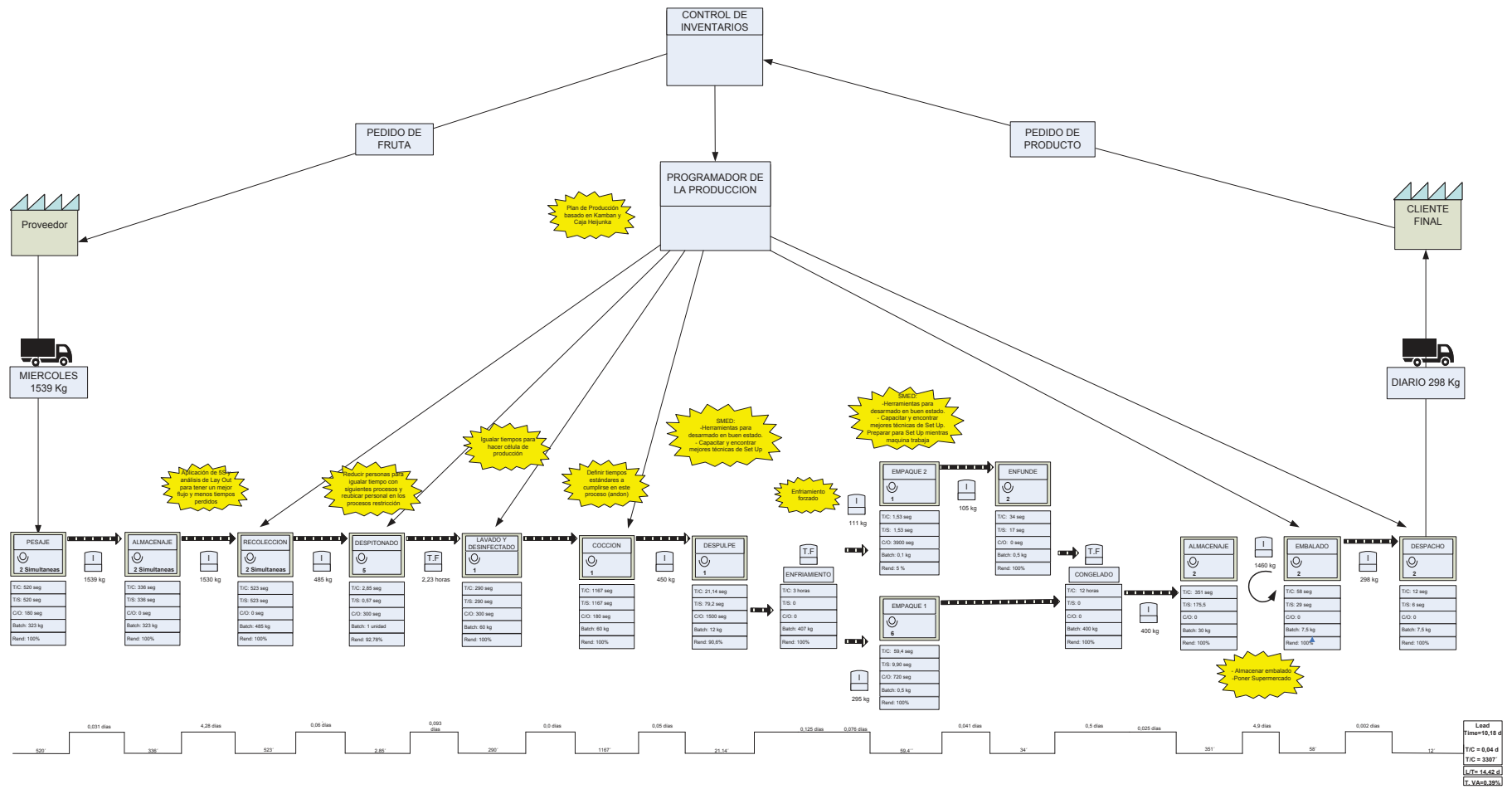
Figura 3.31 Mapeo con soluciones potenciales Guanábana



Fuente: Elaboración del Autor



Figura 3.32 Mapeo con soluciones potenciales NaranjaJilla



Fuente: Elaboración del Autor

Al igual que los problemas encontrados, al ser flujos muy similares y al utilizar las mismas máquinas y procesos, las soluciones planteadas son generales para los flujos de las tres frutas.

Como se observa en los Mapeos entre las soluciones planteadas tenemos:

- SMED: Aplicación de SMED en máquinas de despulpe y empaque 100g.

La máquina de despulpe a pesar de no ser un cuello de botella, presenta tiempos de Set Up muy altos comparados con los tiempos de procesamiento.

La causa principal para este tiempo elevado de Set Up es que no se cuenta con herramientas para desarmado de máquina en buen estado y no se prepara los materiales antes de comenzar a desarmar la máquina.

Por otro lado la empacadora de 100g si es un punto crítico ya que esta si es parte del cuello de botella y toma mucho tiempo en ser calibrada y necesita de una persona que esté observando y calibrando la máquina todo el tiempo que está trabajando.

**Figura 3.33 Control funcionamiento  
empacadora 100g**



**Fuente: Elaboración del Autor**

Como se explica en la teoría, parte de la metodología SMED consiste en tener a disposición herramientas para desarmado, en buen estado y asequible.

También es importante capacitar al personal y encontrar mejores técnicas de Set Up que faciliten y aumenten la eficiencia al momento de hacer un cambio o ajuste en máquinas.

Soluciones Generales para los Flujos Planteados:

- Aplicación de 5S y modificación de Lay Out para tener un mejor flujo, menos tiempos perdidos y menos esfuerzos físicos. La aplicación de esta herramienta también nos ayuda a tener un mejor ambiente de trabajo y fomenta una cultura de mejora continua.

- Almacenar los productos ya embalados para ser despachados. Actualmente se almacena y posteriormente se embala el producto según requiere el cliente. Aquí podemos ver un sobreprocesamiento ya que al tener una producción halada se puede embalar según necesidad del cliente y despachar sin ser almacenado por mucho tiempo.

- Cálculo de inventario según demanda mediante Supermercados.

Parte de las herramientas Lean consiste en tener un flujo halado con el mínimo inventario posible pero que tampoco se de la posibilidad de desabastecer al cliente. Por esta razón es importante hacer el cálculo del nivel de inventario adecuado que cumpla con estas dos características.

Figura 3.34 Calculo de Supermercado Mora

DETERMINACION DE SUPERMERCADO - Mora																			
Familia Productos	Código	Descripción	Demanda diaria (unidades)	D75%	Desv. Estándar (suma 2d)	T/C(un) en el proceso-restricción, min	T/C /Kg proceso restricción	T_req del proc.-restr.	Tiempo C/O en el proc.-restr (min.)	Lote producción (sin redond.)	Tamaño contenedor = tam. kanban	Lote producción (redond.)	Inventario PT (redond.)	Tiempo req. producción (lotes redond.)	Stock pulmón, redond.	Tamaño Superm. (Invent. Max.)	Cantid. kanbans	Dias Invent (sup)	
Frutas	1	LAJUGOSA MORA 100 GRS.	47,46	63,5	34,83	0,28	0,56	36	5	12	30	30	90	25	36	126	4	2,7	
	2	PULPA DE MORA MARCA SUPERMAXI 500g.	237,38	277,5	62,07	0,17	0,33	92	12	12	30	30	300	50	72	372	12	1,6	
	3	L.J. SM. MORA BOLOS 500 G	28,73	35	12,18	0,17	0,33	12	12	12	30	30	60	10	24	84	3	2,9	
	4	L.J. SX. MORA BOLOS 500 G	40,12	52,5	18,20	0,17	0,33	17	12	12	30	30	60	10	24	84	3	2,1	
	5	LAJUGOSA MORA 1 KG.	20,28	29	17,04	0,17	0,17	5	12	12	30	30	30	5	24	54	2	2,7	
	6	LAJUGOSA TRI-PACK (PIÑA MORA MANGO) 500 GRS	11,66	15	5,98	0,28	0,56	8	5	12	30	30	30	8	12	42	1	3,6	
	7	LAJUGOSA TRI-PACK (PIÑA MORA FRUTILLA) 500 GRS	11,19	15	5,42	0,28	0,56	8	5	12	30	30	30	8	12	42	1	3,8	
	8	LAJUGOSA TRI-PACK (PIÑA MORA NARANJILLA) 500 GRS	8,95	12,5	4,83	0,28	0,56	7	5	12	30	30	30	8	12	42	1	4,7	
	9	LAJUGOSA MORA 500 GRS. Tripack 1,2 Y 3	92,76	130,125	78,56	0,28	0,56	73	5	12	30	30	150	42	84	234	8	2,5	
Otros																			
			498,53	630,13				169	8				780	167	300	1080	36	2,9	

Fuente: Elaboración del Autor

Figura 3.35 Calculo de Supermercado Guanábana

DETERMINACION DE SUPERMERCADO - Guanábana																									
Familia Productos	Código	Descripción	Demanda diaria (unidades)	D75%	Desv. Estándar (suma 2d)	T/C(un) en el proceso-restricción, min	T/C /Kg proceso restricción	T_req del proc.-restr.	Tiempo C/O en el proc.-restr (min.)	Tam. lote prod., criterio C/O (D75%/N o. CO)	Tam. lote prod., criterio lote min. (pitch kg)	Lote producción (sin redond.)	Tamaño contenedor = tam. kanban	Lote producción (redond.)	Inventario PT (redond.)	Ctd. real C/O	Tiempo req. producción (lotes redond.)	Stock pulmón (picos dem.) - sin redond.	Stock pulmón, redond.	Stock reemplazo defectos	Stock seguridad (paros)	Tamaño Superm. (Invent. Max.)	Cantid. kanbans	Dias Invent (sup)	
Frutas	1	LAJUGOSA GUANABANA 100 GRS.	38,43	51	36	0,28	0,56	29	5	12	12	12	30	30	60	1	17	36	36	0	0	0	96	3	2,5
	2	PULPA DE GUANABANA MARCA SUPERMAXI 500g.	139,07	195	81	0,17	0,33	64	12	12	12	12	30	30	210	1	35	81	84	0	0	0	294	10	2,1
	3	L.J. SM. GUANABANA BOLOS 500 G	5,04	21	17	0,17	0,33	7	12	12	12	12	30	30	30	1	5	17	24	0	0	0	54	2	10,7
	4	L.J. SX. GUANABANA BOLOS 500 G	39,71	53	17	0,17	0,33	17	12	12	12	12	30	30	60	1	10	17	24	0	0	0	84	3	2,1
	5	LAJUGOSA GUANABANA 1KG.	18,64	28	21	0,17	0,17	5	12	12	12	12	30	30	30	1	5	21	24	0	0	0	54	2	2,9
Otros																									
			240,89	347,2				122	11						390	5	71		192				582	19	4,1

Fuente: Elaboración del Autor

Figura 3.36 Calculo de Supermercado Naranja

DETERMINACION DE SUPERMERCADO - Naranja																			
Familia Productos	Código	Descripción	Demanda diaria (unidades)	D75%	Desv. Estándar (suma 2d)	T/C(un) en el proceso-restricción, min	T/C /Kg proceso restricción	T_req del proc.-restr.	Tiempo C/O en el proc.-restr (min.)	Lote producción (sin redond.)	Tamaño contenedor = tam. kanban	Lote producción (redond.)	Inventario PT (redond.)	req. producción (lotes redond.)	Stock pulmón, redond.	Tamaño Superm. (Invent. Max.)	Cantid. kanbans	Dias Invent (sup)	
Frutas	1	LAJUGOSA NARANJILLA 100 GRS.	14,96	20,075	11,34	0,28	0,56	11	5	12	30	30	30	8	12	42	1	2,8	
	2	PULPA DE NARANJILLA MARCA SUPERMAXI 500g.	173,80	202,5	45,98	0,17	0,33	67	12	12	30	30	210	35	48	258	9	1,5	
	3	L.J. SM. NARANJILLA BOLOS 500 G	21,89	25,375	12,02	0,17	0,33	8	12	12	30	30	30	5	24	54	2	2,5	
	4	L.J. SX. NARANJILLA BOLOS 500 G	36,63	45	48,97	0,17	0,33	15	12	12	30	30	60	10	60	120	4	3,3	
	5	LAJUGOSA NARANJILLA 1 KG.	14,03	15	20,26	0,17	0,17	3	12	12	30	30	30	5	24	54	2	3,8	
	6	LAJUGOSA TRI-PACK (PIÑA MORA NARANJILLA) 500 GRS	8,95	12,5	4,83	0,28	0,56	7	5	12	30	30	30	8	12	42	1	4,7	
	7	LAJUGOSA NARANJILLA 500 GRS	27,18	40,75	31,01	0,17	0,33	13	12	12	30	30	60	10	36	96	3	3,5	
Otros																			
			297,4256	361,2				111	10				450	71	216	666	19	3,1	

Fuente: Elaboración del Autor

Soluciones Planteadas para el Flujo de la Mora:

- Descongelamiento de la fruta de forma forzada y de cantidades más pequeñas. El descongelar la mora hoy en día toma varios días en reposo ya que no se interviene de ninguna forma en este proceso y la cantidad (lote) a descongelar son muy grandes lo que requiere de más tiempo para cambiar de temperatura y de estado. Lo que se propone es trabajar con lotes a producir menores y con esto lotes a descongelar también menores que junto a una intervención en este proceso de descongelado puede ser realizado en tiempos mucho menores.

Soluciones Planteadas para el Flujo de la Naranjilla:

- Definir tiempos estándares a cumplirse en el proceso de cocción (implementar andón). Los tiempos de cocción dependen totalmente del criterio del operario que toma esta decisión según sus conocimientos y condiciones observadas. Al estandarizar los tiempos y condiciones de cocción, vamos a evitar el exceso de tiempo en este proceso y mejoraremos las condiciones posteriores a la cocción según bases fundamentadas.

**Figura 3.37 Proceso de Cocción**



**Fuente: Elaboración del Autor**

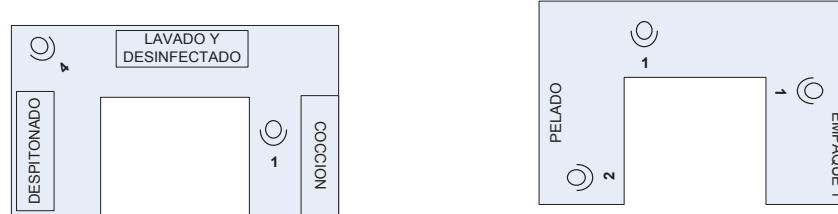
Soluciones Planteadas para el Flujo de la Naranjilla y Guanábana:

Se plantean soluciones aplicables a los procesos de las dos frutas por su semejanza en sus procesos.

- Reducir número de personas para igualar tiempo con siguientes procesos y reubicar personal en los procesos restricción o donde se requiera.
- Igualar tiempos para hacer célula de producción.

Estos dos cambios están fundamentados en el hecho de tener tiempos distintos entre procesos. Por esto se plantea igualar los tiempos para tener una nivelación de los procesos y poder formar una célula de producción con tiempos estándares y similares, eliminando retraso en el proceso denominado lento. Al nivelar los procesos existen personas que pueden ser reubicadas en el proceso cuello de botella de la planta para un mejor rendimiento de este proceso y de toda la planta. Esta diferencia de flujo y de personas trabajando por proceso es posible visualizar en los Mapas de Flujo (actual vs futuro).

**Figura 3.38 Células de Producción Naranja y Guanábana**



**Fuente: Elaboración del Autor**

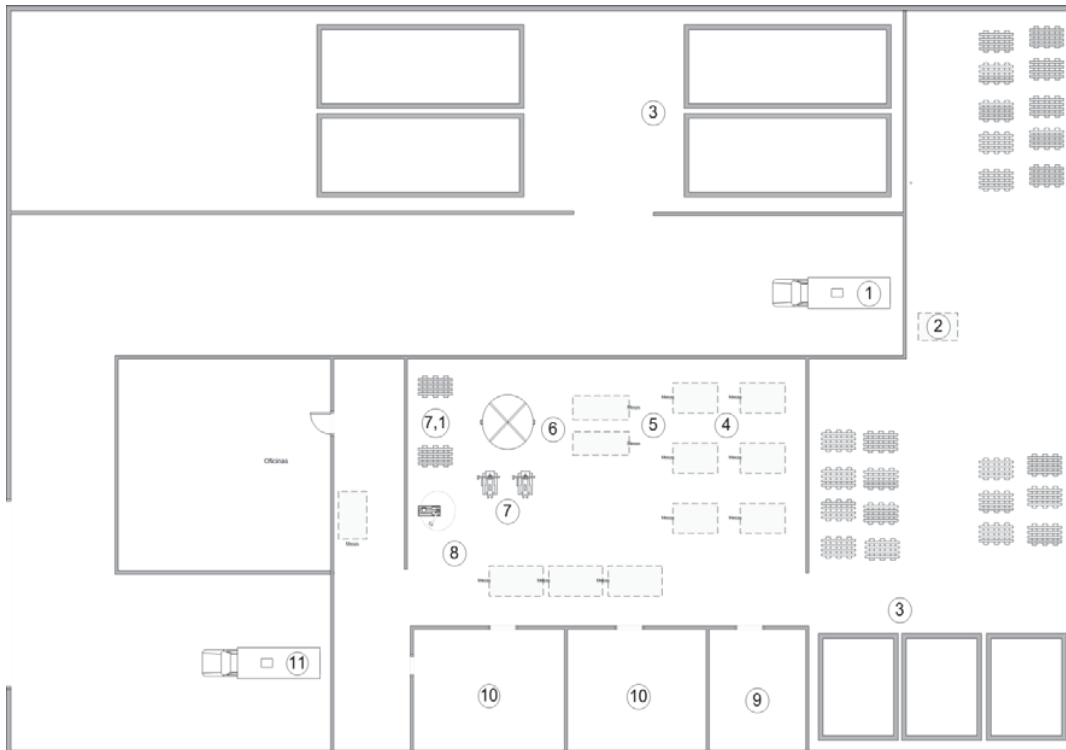
Aplicando estas mejoras estimamos tener mejoras económicas significativas en el flujo y en el inventario total de las frutas.

Mas allá de los beneficios económicos que se pueden alcanzar, es importante recalcar que existen una gran cantidad de beneficios para la empresa y para quienes trabajan en ella.

En el cambio de Lay Out planteado se puede observar de forma clara los beneficios ergonómicos obtenidos.

Para solucionar el problema de Lay Out se ha levantado una propuesta que reduzca los tiempos de caminata y los esfuerzos de carga y sobre esfuerzo. A continuación se presenta el Lay Out planteado con una secuencia numérica del flujo tradicional de las frutas y la producción.

**Figura 3.39 Lay Out Futuro:**



**Fuente: Elaboración del Autor**

Este nuevo Lay Out nos da una reducción de traslados de hasta un 55% aproximadamente el cual se puede visualizar siguiendo los puntos del flujo planteado y comparándolo con el flujo del Lay Out actual plasmado anteriormente (3.3.2.2.1. Análisis de problemas en el Flujo de Valor).

La reducción de traslado más significativa se presenta principalmente en los movimientos que implican una carga de altos pesos (punto 2-3 y 3-4).

Secuencia de flujo por números:

- 1.- Recepción y descarga de la Fruta (materia prima).
- 2.- Pesaje de la carga recibida.

- 3.- Almacenamiento de la materia prima en los distintos contenedores.
  - Contenedores parte superior del gráfico: Fruta que no requiere ser congelada.
  - Contenedores parte inferior derecha del gráfico: Fruta que requiere ser congelada (contenedores a bajas temperaturas).
- 4.- Mesas para trabajo en fruta (lavado, despitonado, descongelado, etc.).
- 5.- Mesas para lavado antes del cocinado (para las frutas que pasan por el proceso de cocinado)
- 6.- Cocinado
- 7.- Despulpe
- 8.- Empaque manual y automático (para paquetes de 100 gramos)
- 9.- Congelador usado para congelar la pulpa recién procesada.
- 10.- Congeladores para pulpa que va a ser retirada para la venta.
- 11.- Despacho de producto para cliente.

**Figura 3.40 Congeladores y Almacenado**



Fuente: Elaboración del Autor

### **3.4.2. Implementación de las Mejoras**

Una vez generadas y validadas las soluciones se pretende poner en práctica las mismas, y dar un fin al proyecto con excelentes resultados.

Para una implementación adecuada y sin oportunidad de falla en ésta, se ha levantado un Plan Kaizen piloto presentado a continuación, el cual detalla y da una guía de los pasos y tareas que se deben seguir, define la persona quien queda a cargo de las tareas y en qué tiempos deben ser cumplidas.



Se ha levantado el Plan Kaizen piloto en el flujo de la naranjilla ya que en este es posible aplicar con certeza todas las mejoras. También fue tomado en cuenta como plan piloto ya que la demanda de esta fruta es menor y más estable lo que hace más fácil controlar cualquier anomalía o problema presentado en la aplicación de las soluciones.

Figura 3.41 Plan Kaizen Piloto – Naranjilla

LA JUGOSA		Plan Kaizen Naranjilla			Doc. No.	Ver- 1.0		
PLAN KAIZEN								
ÁREA / DEPARTAMENTO: Producción (Naranjilla)					FECHA: 26.04.2011			
LÍDER: Javier Serrano								
EQUIPO COORDINADOR: Edison Cudsqui, José Ortega								
No.	TAREA	ACTIVIDAD	INDICADOR	RESPONSABLE	FECHA	STATUS	NUEVA FECHA	OBSERVACIÓN
1	Implementar supermercado PT Naranjilla		días de inventario			0%		
		1.1 Calcular tamaño de Supermercado		JV	26/04/2011	100%		
		1.2 Presentar el calculo para directivos de la empresa		JV	01/07/2011	100%		
		1.3 Entrenar los involucrados		JV	SD	0%		
		1.4 Construcción de tabla de supermercado, panel kaban, cajas heijunka y kambanes		EC	PD	0%		
		1.4 Implementar		EC	PD	0%		
		1.4.1 Implementación flujo vía kambanes (reducción de lote de producción)		EC	PD	0%		
		1.4.2 Reducción de inventario PT		EC	PD	0%		
		1.4.3 Evaluación y corrección de resultados obtenidos		EC	PD	0%		
		1.4.4 Reducción de inventario MP		EC	PD	0%		
		1.5 Analizar resultados y corregir desvíos		EC	PD	0%		
		1.6 Estandarizar		EC	PD	0%		
2	Flujo FIFO		WIP			33%		
		2.1 Calcular tamaño de ruta FIFO		JV	26/04/2011	100%		
		2.2 Presentar el calculo para directivos de la empresa		JV	01/07/2011	100%		
		2.3 Definir tareas para tiempos de espera de los procesos siguientes		EC	PD	0%		
		2.4 Implementar (Trazar ruta, definir proceso empujado)		EC	PD	0%		
		2.5 Analizar resultados y corregir desvíos		JS	PD	0%		
		2.6 Estandarizar		EC	PD	0%		
3	Implementar SMED		Tiempos de C/O			0%		
		3.1 Medir tiempos de C/O		EC	PD	0%		
		3.2 Identificar actividades en el proceso de C/O que se puede hacer sin detener la pro		EC	PD	0%		
		3.3 Definir acciones de mejora de tiempos (definir persona para cambios en proceso)		EC	PD	0%		
		3.4 Medir y analizar resultados y corregir desvíos		EC	PD	0%		
		3.5 Estandarizar		EC	PD	0%		
4	Implementar 5S		Radar Chart			0%		
		4.1 Capacitar personal (100% de las personas)		JO	PD	0%		
		4.2 Desarrollar formatos		JO	PD	0%		
		4.3 Realizar una auditoria de las 5S y llenar el Radar Chart		JO	PD	0%		
		4.4 Definir metas para cada S para el final de la implementación		JO	PD	0%		
		4.5 Implementar metodología		JO	PD	0%		
		4.6 Realizar auditoria # 2		JO	PD	0%		
		4.7 Llenar Radar Chart y verificar cumplimiento de meta		JO	PD	0%		
		4.8 Elaborar plan de mejora		JO	PD	0%		
		4.9 Estandarizar		JO	PD	0%		
5	Cambiar Política de Compra		Throughput			0%		
		5.1 Evaluar comportamiento de demanda		JV	26/04/2011	100%		
		5.2 Análisis costo beneficio de método de compra		JV	04/07/2011	0%		
		5.3 Presentar resultados a Directivos		JV	SD	0%		
		5.4 Comunicar a proveedores forma de trabajo determinada		JS	PD	0%		
		5.5 Poner en marcha método de compra		EC	PD	0%		
6	Cambiar Lay Out		Tiempos y Esfuerzos			14%		
		6.1 Evaluar factibilidad de cambios propuestos		JV		100%		
		6.2 Medir estado actual		EC		0%		
		6.3 Cotizar modificaciones		JS		0%		
		6.4 Planificar proceso de cambio		JS		0%		
		6.5 Ejecutar cambios		JS		0%		
		6.6 Medir resultados		EC		0%		
		6.7 Estandarizar mejoras		EC		0%		
Total Inversión		Menor a 1000\$						
Elaborado: José Villagómez				Aprobado por: Javier Serrano				

Fuente: Elaboración del Autor

Este Plan será una prueba de todo lo planteado en el proyecto, que al traer beneficios para La Jugosa deberá ser implementado en el proceso de Mora, Guanábana y los flujos que la empresa considere, siempre tomando en cuenta las lecciones aprendidas en el proceso de prueba para evitar inconvenientes en su aplicación y potencializar las mejoras.

### **3.5 Control**

Una vez implementado el proyecto y conseguidas las mejoras que se buscaban, se debe idear un ambiente y herramientas ideales que permitan que los resultados obtenidos se mantengan con la misma eficacia a lo largo de los años.

También será importante contar con herramientas que nos alerten al ocurrir una desviación o error en el proceso establecido.

Es por esto que en esta fase para concluir un proyecto DMAIC, se estandariza todos los resultados obtenidos con el fin de lograr una permanencia en el tiempo de los resultados obtenidos.

#### **3.5.1. Estandarizar las mejoras**

Para lograr que la implementación se mantenga es necesario:

Comunicar y capacitar al personal involucrado, dando a conocer las bases de los sistemas implementados (información detallada en Plan Kaizen). Mas allá de la capacitación se debe ir creando un ambiente y una cultura de empresa que sea llevado por una metodología estructurada y siempre enfocada en la mejora continua.

Como complemento se sugiere se documente los estándares de trabajo definidos para que estos se mantengan a través de las generaciones de trabajadores. El SIPOC (supplier, input, process, output, customer) es una herramienta que junto con la estructuración de procedimientos logran una excelente estandarización de proceso y actividades.

Mas allá de los dos puntos sugeridos anteriormente se establecen controles que faciliten mantener los estándares de trabajo.

Se crearán controles visuales tales como los paneles de Kanbanes y las cajas Heijunka necesarios para trabajar bajo el concepto planteado en el Flujo Futuro.

Estos paneles han sido diseñados al momento de calcular los supermercados y están presentados a continuación.

**Figura 3.42 Caja de nivelación Heijunka**

<b>Caja de Nivelación Heijunka</b>									
Pitch = 15min									
5:00	5:15	5:30	5:45	6:00	6:15	6:30	6:45	7:00	7:15
7:30	7:45	8:00	8:15	8:30	8:45	9:00	9:15	9:30	9:45
10:00	10:15	10:30	10:45	11:00	11:15	11:30	11:45	12:00	12:15
12:30	12:45	13:00	13:15	13:30	13:45	14:00	14:15	14:30	14:45
15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:15
17:30	17:45	18:00	18:15	18:30	18:45	19:00	19:15	19:30	19:45

Fuente: Elaboración del Autor

Figura 3.43 Panel de Kambanes

	Producto	PANEL DE KAMBANES MORA												Total de Kambanes	Tiempo por Kamban
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Mora	LAIUGOSA MORA 100 GRS.	█	█	█	█									4	15 min
	PULPA DE MORA MARCA SUPERMAXI 500g.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	12	60 min
	L.J. SM. MORA BOLOS 500 G	█	█	█										3	60 min
	L.J. SX. MORA BOLOS 500 G	█	█	█										3	60 min
	LAIUGOSA MORA 1 KG.	█	█											2	60 min
	LA JUGOSA TRI-PACK (PIÑA MORA MANGO) 500 GRS	█												1	60 min
	LA JUGOSA TRIPACK (PIÑA-MORA-FRUTILLA) 500 GRS	█												1	60 min
	LA JUGOSA TRI-PACK (PIÑA MORA NARANJILLA) 500 GRS	█												1	60 min
	LAIUGOSA MORA 500 GRS. Tripack 1,2 Y 3	█	█	█	█	█	█	█	█	█				8	60 min
	Guanábana	LAIUGOSA GUANABANA 100 GRS.	█	█	█	█									3
PULPA DE GUANABANA MARCA SUPERMAXI 500g.		█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			10	60 min
L.J. SM. GUANABANA BOLOS 500 G		█	█											2	60 min
L.J. SX. GUANABANA BOLOS 500 G		█	█	█										3	60 min
LAIUGOSA GUANABANA 1KG.		█	█											2	60 min
Naranja		LAIUGOSA NARANJILLA 100 GRS.	█	█	█	█	█	█	█	█	█				1
	PULPA DE NARANJILLA MARCA SUPERMAXI 500g.	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█			9	60 min
	L.J. SM. NARANJILLA BOLOS 500 G	█	█											2	60 min
	L.J. SX. NARANJILLA BOLOS 500 G	█	█	█	█									4	60 min
	LAIUGOSA NARANJILLA 1 KG.	█	█											2	60 min
	LAIUGOSA NARANJILLA 500 GRS	█	█	█										3	60 min

Fuente: Elaboración del Autor

**Figura 3.44 Tarjeta Kamban**

<b>La Jugosa Tarjeta Kamban</b>	
Nombre de producto:	L.J. SX. MORA BOLOS 500 G
Cantidad Fruta:	64 kg
Cantidad PT:	60 kg
# de Kamban:	2 de 3
Proceso direccionado:	Recolección
Contenedor final:	Bandeja de 30 kg
Almacenaje:	Bodega 1

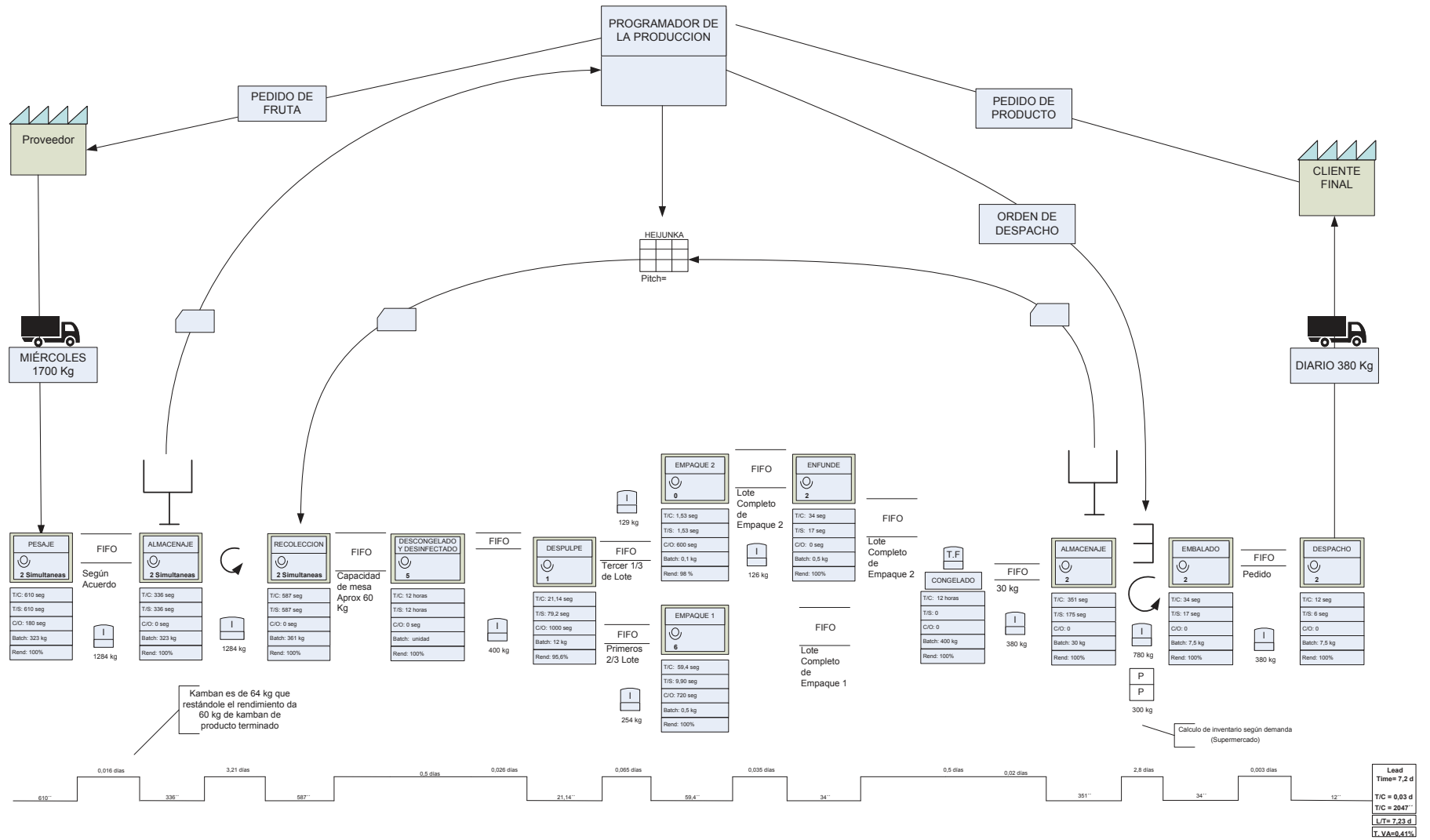
**Fuente: Elaboración del Autor**

También se fijarán Poka Yoke y Andón que automaticen el trabajo requerido. Un ejemplo de esta aplicación está en Andón que se plantea poner en el proceso de cocción para que sea una alarma cuando se haya cumplido el tiempo del proceso.

A continuación se presentan los Mapas de estado Futuro los que nos ayudarán a estandarizar las mejoras.

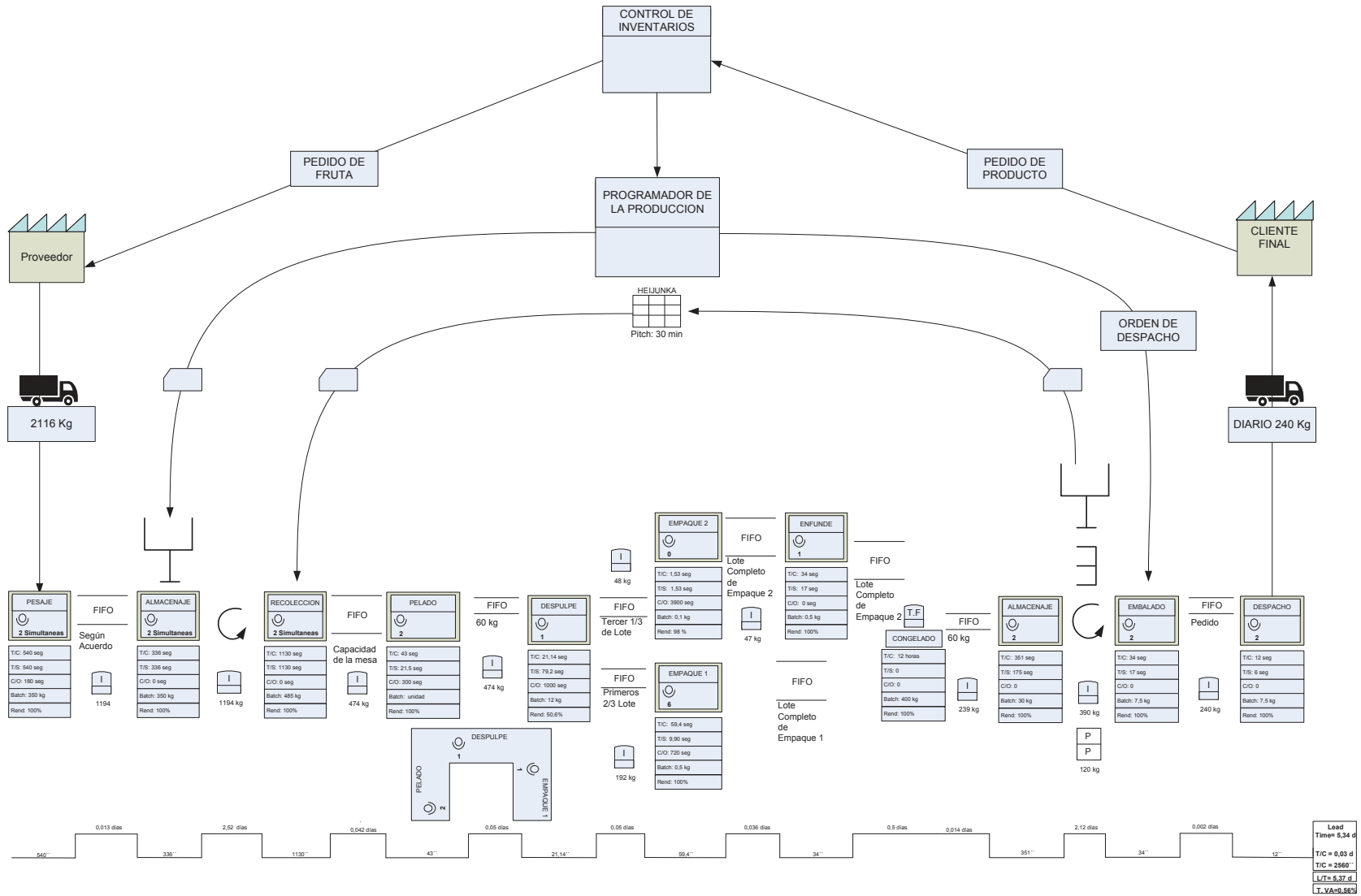
En estos se evidencia el funcionamiento de los flujos seleccionados, después de ser implementadas las mejoras. También se detalla los datos teóricos que cuantifican estas mejoras obtenidas. En los Mapas de Flujo se presenta un esquema de cómo deben funcionar los tableros Kamban y Heijunka con relación al flujo.

Figura 3.45 Mapa de Flujo de Valor Futuro Mora



Fuente: Elaboración del Autor

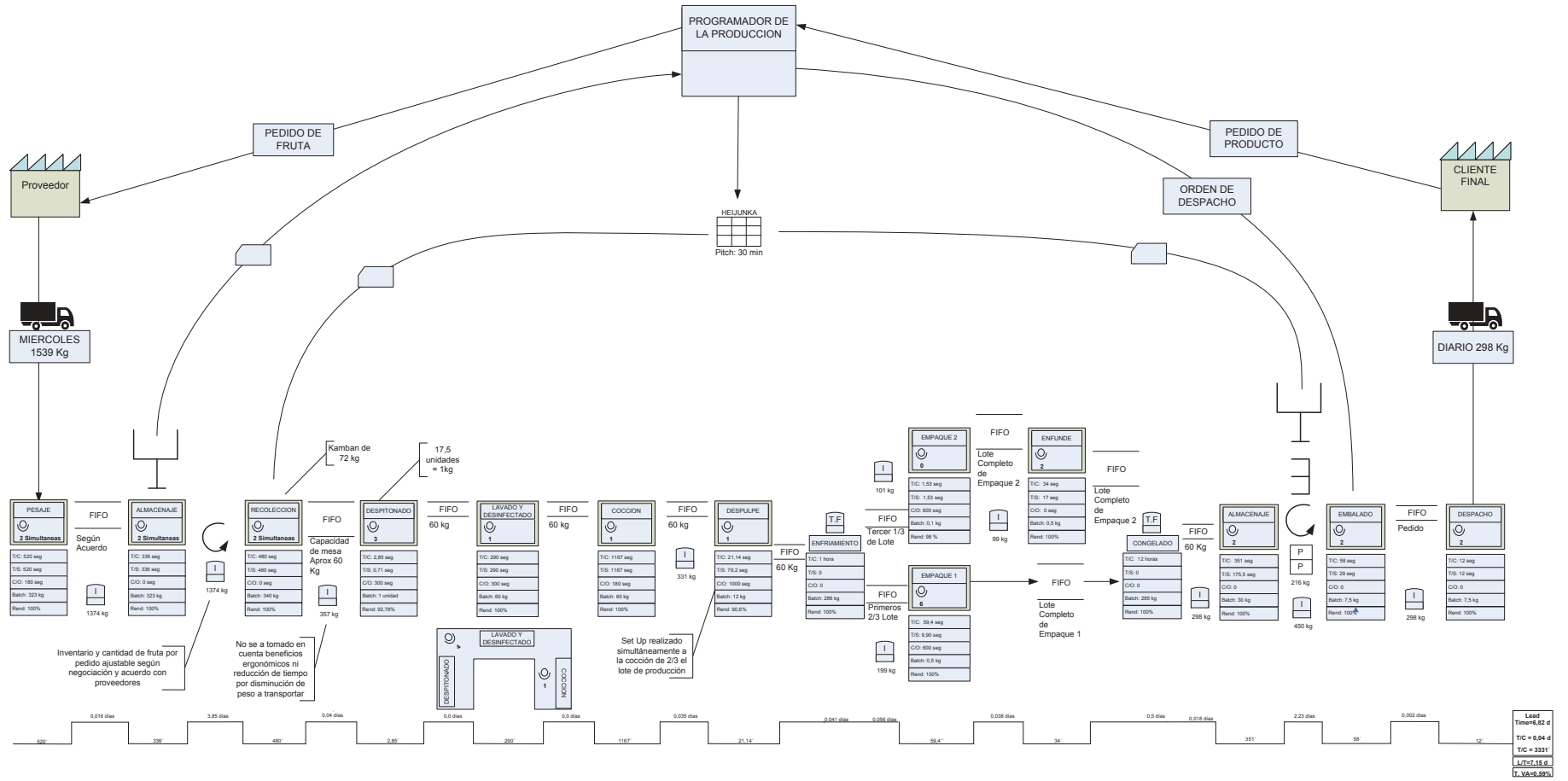
Figura 3.46 Mapa de Flujo de Valor Futuro Guanábana



Fuente: Elaboración del Autor



Figura 3.47 Mapa de Flujo de Valor Futuro Naranja



Fuente: Elaboración del Autor

# CAPÍTULO 4

## **4. Análisis de Resultados.**

El análisis de los resultados de un proyecto es fundamental ya que dependiendo de esto se toma la decisión de aplicar o no el proyecto desarrollado. En este capítulo se detallará todo los resultados obtenidos y se los comparará con las inversiones y esfuerzos que se requiera para la aplicación de las mejoras.

Según los datos obtenido en esta evaluación, se determinará si es o no conveniente la implementación planteada y si es que se lo pondrá en marcha.

### **4.1. Resultados sobre el Inventario.**

Aplicando el sistema de producción mediante halado del cliente y los cambios en el flujo que nos permitan una respuesta inmediata a este halado, nos permite tener una reducción de los inventarios que eran utilizados para soportar los problemas de la empresa evitando afectar al cliente. Ahora dando solución a estos probemas podemos hacer un recalculo del inventario necesario para poder cumplir con las necesidades del cliente y que a la vez facilite la gestión y los resultados de la planta.

Mediante la aplicación de estas mejoras, el análisis en el flujo futuro y después de haber hecho el cálculo de supermercado presentado en el capítulo anterior (3.4.1), se estima conseguir los resultados sobre el inventario presentados a continuación.

Tabla 4.1 Estado Actual de Inventario

Fruta	Fruta Bruta (kg)	Precio Fruta (\$)	Pulpa en Proceso (kg)	Precio Pulpa (\$)	PT (kg)	Precio PT (\$)	Kg Total	\$ Total
<b>Mora</b>	31200	1,19	800	2,014	2712	2,83	34712	46414,16
<b>Guanábana</b>	2188	1,34	1158	2,33	2000	3,32	5346	12270,06
<b>Naranja</b>	1530	0,6	485	1,35	1460	2,11	3475	4653,35
							<b>43533</b>	<b>63337,57</b>

Tabla 4.2 Estado Futuro de Inventario

Fruta	Fruta Bruta (kg)	Precio Fruta (\$)	Pulpa en Proceso (kg)	Precio Pulpa (\$)	PT (kg)	Precio PT (\$)	Kg Total	\$ Total
<b>Mora</b>	1284	1,19	400	2,014	1080	2,83	2764	5389,96
<b>Guanábana</b>	1194	1,34	474	2,33	510	3,32	2178	4397,58
<b>Naranja</b>	1071	0,6	357	1,35	666	2,11	2094	2529,81
							<b>7036</b>	<b>12317,35</b>

Fuente: Elaboración del Autor

Como resultado de los cálculos presentados podemos estimar los resultados de la siguiente tabla presentada.

Tabla 4.3 Resultados Estimados

<b>Reducción de inventario en \$</b>	<b>50838,42</b>
<b>Porcentaje de reducción inventario en \$</b>	<b>80,2%</b>
<b>Reducción de inventario en kg</b>	<b>36194</b>
<b>Porcentaje de reducción inventario en kg</b>	<b>83,1%</b>

Fuente: Elaboración del Autor

#### 4.2. Análisis de Costo Beneficio – Políticas de Compra.

A continuación se presenta un análisis económico sobre el resultado de los cambios planteados. En este análisis se hace una comparación entre la reducción de los costos que tendría La Jugosa aplicando las mejoras planteadas y los costos en los que se incurrirían implementando las mismas.

Si la ganancia o ahorro conseguido al aplicar las mejoras propuestas, es mayor a los costos que implica esta aplicación, podemos concluir que la propuesta planteada es favorable. Caso contrario las soluciones planteadas no tienen resultados económicos favorables.

(costos por compra de fruta sin tomar en cuenta el costo de la misma).

##### **Reducción de costos por aplicación de mejora:**

- Menor pérdida por deshidratación de fruta. Al tener menor cantidad de fruta almacenada, el porcentaje de deshidratación es menor.
- Interés evitado al no necesitar préstamos para compra de fruta en grandes cantidades.
- Respectivo costo por refrigeración de grandes cantidades de Producto Terminado.
- Respectivo costo por refrigeración de grandes cantidades de Fruta.

**Costos por aplicación de mejora:**

- Costo compra de fruta a precios elevados en temporada de baja oferta.

**Tabla 4.4 Análisis Económico de resultados Mora**

<b>Calculo de comparación de costos según método de compra</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Dato</b>	<b>Costo 1</b>	<b>Costo 2</b>	<b>Descripción de cálculo</b>
Pérdida por deshidratación	5%	\$ 3.418,9	\$ 6.837,9	Cantidad de fruta anual*%deshidratación*costo promedio de fruta
Interés por préstamo	11,8%	\$ 0,0	\$ 4.840,9	\$ de diferencia de inventario*% de préstamo
Costo refrigeración PT	200 mensual	\$ 257,5	\$ 257,5	Costo mensual refrigeradores*%de participación*12 meses*%reducción
Costo refrigeración Fruta	2000 mensual	\$ 0,0	\$ 4.917,7	Costo mensual refrigeradores*%de participación*12 meses*%reducción
Ganancias		\$ 3.676,4	\$ 16.853,9	Suma de costos por mantener inventario (costos que se ahorraría)
Diferencia por método de compra		\$ 4.713,5	-\$ 16.557,3	Aumento de costo en compra sin dependencia de costo de fruta
<b>Total</b>		<b>\$ 8.389,9</b>	<b>\$ 296,7</b>	Ganancias por aplicar nuevo método de compra

**Fuente: Elaboración del Autor**

- Costo 1: Hace referencia al costo por la compra de fruta al aplicar la política planteada de forma parcial. Esto quiere decir que no se compraría fruta en los

meses de Febrero, Marzo y Abril debido al alto costo de la fruta en la temporada. El déficit de fruta de estos meses será comprado en los meses restantes. En este caso también disminuyen las ganancias por reducción de inventario debido a la baja reducción de inventario obtenida con esta alternativa.

- Costo 2: Alternativa 2 en la que se considera la compra de fruta según la demanda de pulpa, sin considerar el precio de la fruta.

A continuación se detalla las cantidades de fruta comprada en cada caso.

**Tabla 4.5 Cantidades a comprar Escenarios Mora**

Mes	Escenario 1 (2010)			Escenario 2			Escenario 3		
	Cantidad	Costo Prom	Costo Total	Cantidad	Costo Prom	Costo Total	Cantidad	Costo Prom	Costo Total
Enero	4412,30	1,17	5417,11	18367,79	1,17	21429,08	14939,21	1,17	17429,08
Febrero	0,00	0,00	0,00	0,00	1,88	0,00	8000,00	1,88	15040,00
Marzo	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	8000,00	2,00	16000,00
Abril	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	8000,00	2,00	16000,00
Mayo	8663,10	1,88	17238,05	8663,10	1,88	16259,97	8663,10	1,88	16259,97
Junio	9708,80	1,78	18252,46	9708,80	1,78	17233,12	9708,80	1,78	17233,12
Julio	10146,70	1,31	14189,32	18367,79	1,31	24128,59	14939,21	1,31	19624,70
Agosto	11597,10	1,05	12035,68	18367,79	1,05	19220,58	14939,21	1,05	15632,82
Septiembre	12580,70	0,92	11389,73	18367,79	0,92	16859,00	14939,21	0,92	13712,06
Octubre	27710,20	0,92	25817,29	18367,79	0,92	16837,14	14939,21	0,92	13694,28
Noviembre	18999,70	0,99	19008,11	18367,79	0,99	18117,32	14939,21	0,99	14735,50
Diciembre	43127,80	1,17	52911,82	18367,79	1,17	21461,31	14939,21	1,17	17455,29
TOTAL	146946,40	0,93	176259,56	146946,40		171546,11	146946,40		192816,83

Fuente: Elaboración del Autor

En el cuadro se muestra varios escenarios de compra de fruta. El primer escenario refleja las compras del 2010. Los escenarios 2 y 3 reflejan dos alternativas de compra. Esta diferencia de escenarios se hace ya que es muy probable que no se pueda aplicar la compra mensual como se ha planteado y se trata de plasmar un escenario hipotético y uno posible.

Tabla 4.6 Análisis Económico de resultados Guanábana

<b>Calculo de comparacion de costos según metodo de compra</b>				
<b>Descripcion</b>	<b>Dato</b>	<b>Costo 1</b>	<b>Costo 2</b>	<b>Descripción de cálculo</b>
Pérdida por deshidratación	5%	\$ 4.601,9	\$ 9.203,9	Cantidad de fruta anual*%deshidratación costo promedio de fruta
Interés por préstamo	11,8%	\$ 0,0	\$ 929,0	\$ de diferencia de inventario*% de prestamo
Costo refrigeracion PT	200 mensual	\$ 355,8	\$ 355,8	Costo mensual refrigeradores*%de participacion*12 meses*%reduccion
Costo refrigeración Fruta	2000 mensual	\$ 2.169,7	\$ 2.169,7	Costo mensual refrigeradores*%de participacion*12 meses*%reduccion
Ganancias		\$ 7.127,5	\$ 12.658,3	Suma de costos por mantener inventario (costos que se ahorraria)
Diferencia por metodo de compra		\$ 2.648,3	-\$ 700,8	Aumento de costo en compra sin dependencia de costo de fruta
<b>Total</b>		<b>\$ 9.775,8</b>	<b>\$ 11.957,5</b>	Ganancias por aplicar nuevo metodo de compra

Fuente: Elaboración del Autor



Tabla 4.7 Cantidades a comprar Escenarios Guanábana

Mes	Escenario 1 (2010)			Escenario 2			Escenario 3		
	Cantidad	Costo Prom	Costo Total	Cantidad	Costo Prom	Costo Total	Cantidad	Costo Prom	Costo Total
Enero	13817,20	1,30	17962,36	16769,18	1,30	21799,94	11384,59	1,30	14799,97
Febrero	16874,80	1,24	20854,79	16769,18	1,24	20793,79	11384,59	1,24	14116,89
Marzo	10488,80	1,20	12498,12	16769,18	1,20	20055,94	11384,59	1,20	13615,97
Abril	9086,50	1,29	11759,38	16769,18	1,29	21695,13	11384,59	1,29	14728,82
Mayo	4273,70	1,30	5555,81	16769,18	1,30	21799,94	11384,59	1,30	14799,97
Junio	19300,60	1,34	26362,36	6000,00	1,34	8035,00	11384,59	1,34	15245,87
Julio	5062,80	1,39	6734,23	6000,00	1,39	8314,29	11384,59	1,39	15775,79
Agosto	11834,40	1,35	15408,11	6000,00	1,35	8096,33	11384,59	1,35	15362,23
Septiembre	9501,00	1,41	12679,76	6000,00	1,41	8481,82	11384,59	1,41	16093,67
Octubre	8277,70	1,44	11998,94	6000,00	1,44	8645,45	11384,59	1,44	16404,16
Noviembre	8026,00	1,47	11830,86	6000,00	1,47	8800,00	11384,59	1,47	16697,40
Diciembre	20071,60	1,44	29731,74	16769,18	1,44	24210,51	11384,59	1,44	16436,50
TOTAL	136615,10	1,35	183376,45	136615,10		180728,13	136615,10		184077,24

Fuente: Elaboración del Autor

Tabla 4.8 Análisis Económico de resultados Naranja

<b>Calculo de comparación de costos según metodo de compra</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Dato</b>	<b>Costo 1</b>	<b>Descripción de cálculo</b>
Pérdida por deshidratación	5%	\$ 3.420,2	Cantidad de fruta anual*%deshidratacion*costo promedio de fruta
Interés por préstamo	11,8%	\$ 250,6	\$ de diferencia de inventario*% de préstamo
Costo refrigeracion PT	200 mensual	\$ 214,1	Costo mensual refrigeradores*%de participacion*12 meses*%reduccion
Costo refrigeración Fruta	2000 mensual	\$ 1.180,8	Costo mensual refrigeradores*%de participacion*12 meses*%reduccion
Ganancias		\$ 5.065,7	Suma de costos por mantener inventario (costos que se ahorraría)
Diferencia por método de compra		-\$ 743,8	Aumento de costo en compra sin dependencia de costo de fruta
<b>Total</b>		<b>\$ 4.321,9</b>	

Fuente: Elaboración del Autor

**Tabla 4.9 Cantidades a comprar Escenarios Naranjilla**

Mes	Escenario 1 (2010)			Escenario 2		
	Cantidad	Costo Prom	Costo Total	Cantidad	Costo Prom	Costo Total
Enero	8242,5	0,5857	4642,745	9383,68	0,5857	5496,15
Febrero	8772,5	0,6277	5365,685	9383,68	0,6277	5890,86
Marzo	10201,8	0,6312	6492,82	9383,68	0,6312	5923,45
Abril	10033,2	0,6125	6068,83	9383,68	0,6125	5747,50
Mayo	8724,3	0,625	5358,695	9383,68	0,625	5864,80
Junio	9257,5	0,6616	5817,582	9383,68	0,6616	6208,87
Julio	9405,5	0,6	5643,3	9383,63	0,6	5630,21
Agosto	9921,9	0,5875	5876,815	9383,68	0,5875	5512,91
Septiembre	12032,4	0,575	6962,495	9383,68	0,575	5395,61
Octubre	11280,6	0,5833	6592,685	9383,68	0,5833	5473,81
Noviembre	7913,9	0,6	4748,34	9383,68	0,6	5630,21
Diciembre	6818,1	0,6	4090,86	9383,68	0,6	5630,21
TOTAL	112604,2	0,6074	67660,9	112604,2		68404,63

**Fuente: Elaboración del Autor**

En el caso de la Naranjilla no se analiza dos escenarios distintos ya que es seguro que se puede conseguir la fruta todo el año.

Podemos ver que aparte de obtener una reducción económica en el inventario, también se generan reducción en el G.O. anual, producto de esta reducción de inventario.

### 4.3. Resumen Resultados Económicos.

**Tabla 4.10 Resultados**

Aplicación		Cantidad \$	Descripción
Reducción de Inventario		50838,42	Cantidad promedio de inventario
<b>Ingresos</b>			
Ganancias por aplicación de método y reducción de inventario	Mora	8.389,90	Ganancia anual. Detalle Tablas
	Guanábana	9.775,80	
	Naranjilla	4.321,90	
Total		22.487,60	
<b>Egresos</b>			
Inversión cambio de Lay Out		500	Un solo gasto al mover balanza y demás maquinas
Inversión aplicación del Método		350	Creación de materiales, Capacitación, etc

**Fuente: Elaboración del Autor**

Es posible observar que la aplicación de la metodología Lean Six Sigma y las herramientas con las que trabajamos, no requiere de una inversión representativa. Estas metodologías buscan encontrar mejoras que están intrínsecas en el proceso y que no han sido visualizadas anteriormente, y que al ser aplicadas se logran beneficios económicos que pueden representar una gran ayuda para la compañía.

### 4.4. Otros Resultados.

Mas allá de los resultados económicos que se plantean es importante considerar otras mejoras no cuantitativas pero que representan un gran avance en la empresa y son causantes indirectas para una mejor gestión de La Jugosa.

Entre las mejoras que podemos observar tenemos:

- Menos esfuerzo de manejo de producto por parte del personal (se trabaja con menos peso)

- Facilidad para manejo y control de los inventarios (al tener menor cantidad)
- Menor recorrido y transporte principalmente cargando altos pesos (aprox. - 50%).
- Menos daños en producto causado por trabajo repetitivo y monótono. Ej. En la guanábana al pelar altas cantidades es muy probable que la cáscara desechada tenga cierta cantidad de fruta que podría ser procesada.
- Reducción de tiempos en enfriado y congelado efecto de trabajar en lotes más pequeños.
- Facilidad para observar problemas en la empresa, los cuales estaban cubiertos por el exceso de inventario.
- Creación de un ambiente y una cultura organizacional enfocada en el buen ambiente laboral (entre personas y en las condiciones de trabajo y la mejora continua).

# CAPÍTULO 5

## 5. Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones.

Con la implementación del proyecto se alcanzarán positivos resultados que ayudarán a la empresa La Jugosa a mejorar sus problemas de inventario y con esto reducir costos innecesarios.

Como efecto indirecto del proyecto podemos ver mejoras importantes en otras condiciones de la empresa como las condiciones de trabajo para los empleados y las condiciones laborales en general. También nos aporta con una mayor organización que facilita la gestión interna de la empresa y su interacción con proveedores y clientes..

Es posible constatar que los inventarios en una empresa ocultan problemas e incorrecta formas de producción, acostumbrándonos a trabajar con éstos, los cuales pueden ser de gran perjuicio para el desempeño y los resultados de la compañía.

Gracias a la implementación del DMAIC y el apoyo de herramientas Lean logramos un análisis enfocado y profundo que nos abre paso a levantar soluciones que han sido probadas durante años en muchas empresas y que logran grandes resultados ante la problemática planteada.

Es sumamente importante seguir una metodología que guíe y acompañe al proyecto asegurando así cumplir un proceso de análisis completo y con esto excelentes resultados.

### 5.2 Recomendaciones.

Es importante recalcar que se debe implementar el plan piloto antes de seguir con el total del proyecto ya que esta implementación debe pasar por una etapa de adaptación a los nuevos cambios y a inconvenientes generados, tratando de que éstos afecten lo menos posible al cliente y a la compañía.

Para el éxito del proyecto y su implementación es necesario que el compromiso y apoyo comience desde las gerencias y cabezas de la empresa transmitiendo así confianza en el estudio y en la metodología a aplicar.

Antes de implementar el proyecto es necesario capacitar al personal involucrado en las metodologías a aplicar y la forma de trabajo correspondiente. Con esto garantizamos el involucramiento y compromiso del personal y un mayor desempeño del proyecto y sus resultados.

Es aconsejable que para la implementación del proyecto se recurra a la ayuda de un experto en el tema para dar seguimiento y soporte.

Una vez que el proyecto ya haya sido puesto en marcha, es importante que La Jugosa y quienes la lideran, busquen otros aspectos a mejorar siempre tratando de alcanzar la excelencia de la empresa. Una empresa que logra una mejora nunca debe conformarse con los resultados alcanzados (lo bueno es enemigo de lo excelente).

## 6. Bibliografía.

### Libros

- ◆ SHIGUEO, Shingo. A Study of the Toyota Production System, Productivity Press Inc., 1989.
- ◆ LIKER, Jeffrey, K. The Toyota Way. Estados Unidos, Mc Graw-Hill, 2004.
- ◆ TAIICHI, Ohno. Toyota Production System – Beyond Large-Scale Production. Productivity Press Inc., 1988.
- ◆ CORREA DE MOURA, Eduardo. Lean Production: Fundamentos del Sistema Toyota de Producción. Quito: MOURA/QUALI, 2010
- ◆ CORREA DE MOURA, Eduardo. Formación de Especialistas Six Sigma Green Belt. Quito: MOURA/QUALI, 2010
- ◆ MC CARTY, Thomas; Daniels, L. The Six Sigma Black Belt Handbook. Estados Unidos, Mc Graw-Hill, 2005.

### Fuentes Electrónicas

- ◆ PYZDEK, Thomas. Recuperado en Marzo de 2011, de <http://www.sixsigmatraining.org/>