

**ESTANDARIZACION DE LOS PROCESOS MEDIANTE LA  
APLICACIÓN DEL MODELO TOYOTA A LA PRODUCCION DE  
PANELA “LA REINA”**

**LAURA ALEJANDRA SERNA ECHEVERRI**

**COD. 1088310373**

**LAURA ANDREA ARIAS DUQUE**

**COD. 1088303812**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PEREIRA, 2014**

**ESTANDARIZACION DE LOS PROCESOS MEDIANTE LA  
APLICACIÓN DEL MODELO TOYOTA A LA PRODUCCION DE  
PANELA “LA REINA”**

**LAURA ALEJANDRA SERNA ECHEVERRI**

**COD. 1088310373**

**LAURA ANDREA ARIAS DUQUE**

**COD. 1088303812**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**DIRECTOR:**

**JORGE HERNAN RESTREPO CORREA**

**UNIVERSIDAD TECNOLOGICA DE PEREIRA**

**FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**PEREIRA, 2014**

## TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

MARCO GENERAL Y METODOLOGICO

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 1. IDENTIFICACIÓN .....               | 5  |
| 1.1 Nombre del Proyecto .....         | 5  |
| 1.2 Descripción.....                  | 5  |
| 2. OBJETIVOS.....                     | 5  |
| 2.1 General .....                     | 5  |
| 2.2 Específicos .....                 | 5  |
| 3. JUSTIFICACIÓN .....                | 6  |
| 4. ANTECEDENTES .....                 | 6  |
| 4.1 Planteamiento del problema.....   | 7  |
| 4.2 Formulación del problema .....    | 7  |
| 4.3 Sistematización del Problema..... | 8  |
| 5. MARCO REFERENCIAL .....            | 8  |
| 5.1 MARCO TEÓRICO .....               | 8  |
| 5.1.1 Antecedentes .....              | 8  |
| 5.1.2 Proceso de panales .....        | 14 |
| 5.1.3 Lean Manufacturing .....        | 17 |
| 5.1.4 Modelo Toyota .....             | 26 |
| 5.1.5 Despilfarros .....              | 32 |
| 5.2 MARCO CONCEPTUAL .....            | 34 |
| 5.3 MARCO SITUACIONAL.....            | 35 |
| 5.4 MARCO LEGAL.....                  | 35 |
| 6. DISEÑO METODOLÓGICO .....          | 37 |
| 6.1 Tipo De Investigación .....       | 37 |

|   |   |           |
|---|---|-----------|
| 6.2                                       | Método .....  | 38        |
| 6.3                                       | Fuente de Investigación .....   | 38        |
| 6.4                                       | Técnicas.....   | 38        |
| 6.5                                       | Procesamiento de datos .....  | 38        |
| <b>7.</b>                                 | <b>DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>  | <b>39</b> |
| 7.1                                       | Fase I: Recopilación y obtención de información (datos) .....               | 39        |
| 7.2                                       | Fase II: Análisis y estudio de la información obtenida .....                | 39        |
| 7.3                                       | Fase III: Diseñar propuestas de mejoras en el sistema de producción<br>39   |           |
| <b>8.</b>                                 | <b>ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO .....</b>                                    | <b>39</b> |
| 8.1                                       | Cronograma .....  | 39        |
| 8.2                                       | Presupuesto .....   | 40        |
| <b>9.</b>                                 | <b>RECURSO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>                                    | <b>40</b> |
| 9.1                                       | Personales.....   | 40        |
| 9.2                                       | Equipos e instrumentos.....   | 40        |
| 9.3                                       | Laboratorios y Locales .....  | 41        |
| <b>RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN</b>      |   |           |
| <b>10.</b>                                | <b>TIEMPOS PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS .....</b>                              | <b>41</b> |
| 10.1                                      | Distribución de Planta.....   | 41        |
| 10.2                                      | Sistema .....   | 42        |
| 10.3                                      | Diagrama del proceso .....  | 42        |
| 10.4                                      | Estudio del producto o servicio .....                                       | 43        |
| 10.5                                      | Estudio y cuantificación de la maquinaria y equipo .....                    | 45        |
| 10.6                                      | Estudio de la Materia Prima.....  | 49        |
| <b>ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS</b> |   |           |
| <b>11.</b>                                | <b>PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DE LA MOLIENDA DE PANELA<br/>“LA REINA” .....</b> | <b>50</b> |
| 11.1                                      | Misión.....   | 50        |
| 11.2                                      | Visión.....   | 50        |
| 11.3                                      | Objetivos .....   | 51        |
| 11.4                                      | Políticas .....   | 51        |
| 11.5                                      | Razón Social .....  | 51        |
| 11.6                                      | Organigrama de la Molienda .....  | 51        |

## DETECCION DE DESPERDICIOS

|   |    |
|---|----|
| 12. PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN .....           | 53 |
| Análisis mapa de flujo de valor: .....            | 56 |
| 12.1 SOBREPDUCCION .....                          | 58 |
| 12.2 TIEMPO DE ESPERA .....                       | 58 |
| 12.3 TRANSPORTES Y MOVIMIENTOS INNECESARIOS ..... | 59 |
| 12.4 SOBROPROCESO.....                            | 59 |
| 12.5 EXCESO DE INVENTARIO.....                    | 59 |
| 12.6 DEFECTOS.....                                | 59 |
| 12.7 COMPETENCIAS.....                            | 59 |

## APLICACIÓN DEL MODELO TOYOTA

|  |    |
|--|----|
| 13. 5'S .....  | 60 |
| 13.1 1'S Seiri (Clasificación) .....   | 60 |
| 13.2 2'S Siton (Organizar).....  | 62 |
| 13.3 3'S Seiso (Limpieza) .....  | 67 |
| 13.4 4'S Seiketsu (Estandarizar).....  | 72 |
| 13.5 5'S Shitsuke (Disciplina) .....   | 74 |
| 14. SMED (Cambio de Herramienta en un solo digito de minuto-<br>Single-Minute Exchange of Die) ..... | 75 |
| 15. KANBAN.....  | 84 |
| 16. TPM (Mantenimiento Productivo Total) .....   | 86 |
| 16.1 PLAN ANUAL DE CAPACITACIÓN.....   | 89 |
| 17. SIX SIGMA .....  | 91 |
| 17.1 Análisis de Causas.....   | 95 |
| 17.2 Objetivo de Intervención .....  | 96 |
| 17.3 Costos de No Calidad.....   | 96 |

## RESUMEN COSTOS

## CONCLUISIONES

## RECOMENDACIONES

## BIBLIOGRAFIA

## ANEXOS

## LISTA DE TABLAS

- Tabla 1: Producción de panela por país (toneladas).
- Tabla 2: Participación Departamental del Área y Producción Nacional-2005.
- Tabla 3: Precios Departamentales al Productor por Kilo de Panela 1999-2006.
- Tabla 4: Cronograma de actividades.
- Tabla 5: Presupuesto de materiales, insumos y servicios.
- Tabla 6: Mano de obra requerida en la Molienda.
- Tabla 7: Datos de la panela de la Molienda.
- Tabla 8: Clasificación de elementos dentro de la organización.
- Tabla 9: Costos asociados al área de extracción de jugos.
- Tabla 10: Costo anual de plástica para cubrir el suelo.
- Tabla 11: Gasto anual de la pintura base para marcar el suelo.
- Tabla 12: Retribución de la pintura para marcar el suelo.
- Tabla 13: Gasto anual de la estantería para implementos.
- Tabla 14: Gasto de utensilios de limpieza y seguridad.
- Tabla 15: Inversión teja para proteger techo.
- Tabla 16: Actividades estandarizadas de cada área.
- Tabla 17: Gastos anuales de uniforme.
- Tabla 18: Clasificación de actividades internas y externas del proceso en la Molienda.
- Tabla 19: Retribución anual de invertir en un prelimpiador.
- Tabla 20: Retribución anual de invertir en un termómetro.
- Tabla 21: Cronograma de actividades del operario.
- Tabla 22: Retribución anual por hora operario.
- Tabla 23: Factores que influyen en el proceso de la panela.

Tabla 24: Resumen de costos de Six Sigma.

Tabla 25: Precio de las gaveras cuadradas.

Tabla 26: Gastos de cada área.

Tabla 27: Inversión de cada área.

Tabla 28: Gastos anuales de cada área.

Tabla 29: Costos y ganancias anuales con six sigma y sin six sigma.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfica 1: Tipos de despilfarro

Gráfica 2: Diagrama Kaizen.

Gráfica 3: Diagrama Just In Time.

Gráfica 4: Modelo Toyota.

Gráfica 5: Pirámide “4P” del Modelo Toyota.

Gráfica 6: Distribución de la planta de la Molienda.

Gráfica 7: Sistema de producción de la Molienda.

Gráfica 8: Diagrama del proceso de elaboración de panela.

Gráfica 9: Trapiche.

Gráfica 10: Burros de madera.

Gráfica 11: Calderas.

Gráfica 12: Meladoras.

Gráfica 13: Orleras.

Gráfica 14: Bateas.

Gráfica 15: Mesa de moldeo y empaque.

Gráfica 16: organigrama de la Molienda.

Gráfica 17: Mapa estado presente de la Molienda.

Gráfica 18: Mapa estado futuro de la Molienda.

Gráfica 19: Salón de limpieza de jugos y evaporación.

Gráfica 20: Paso para descargue de los camiones.

Gráfica 21: Zona de carga y descarga de la Molienda.

Gráfica 22: Marca para ubicar la caña correctamente.

Gráfica 23: Ubicación de palos con que se revuelve el jugo.

Gráfica 24: Marca de cebras en la entrada al área de calderas.

Gráfica 25: Zona donde se debe evitar acumulación de tierra e insectos.

Gráfica 26: Canal donde pasa el jugo de la caña de azúcar.

Gráfica 27: Trapiche de la Molienda.

Gráfica 28: Tanque para limpieza de jugo.

Gráfica 29: Zona donde secan la miel obtenida para la elaboración de panela.

Gráfica 30: Zona donde moldean y empacan la panela.

Gráfico 31: Elementos básicos de protección para el personal.

Gráfica 32: Prelimpiador propuesto por la CIMPA.

Gráfica 33: Prelimpiador propuesto para el proyecto.

Gráfica 34: Termómetro digital con sonda.

Gráfica 35: Moldes para la panela.

Gráfica 36: Carta X-S.

Gráfica 37: Capacidad de proceso de peso.

Gráfica 38: Variabilidad del peso de la panela.

Gráfica 39: Diagrama de Pareto de factores.

Gráfica 40: Gaveras cuadradas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos primero a Dios y a nuestras familias que por su apoyo incondicional y acompañamiento en todos los momentos que se presentaron a lo largo de la carrera, han sido el motor y han hecho posible el desarrollo y próxima culminación de esta etapa tan importante en nuestras vidas.

A nuestros profesores por su dedicación y esfuerzo para enseñarnos y crear cimientos en nuestra vida profesional y a todas las personas que fueron partícipes de este logro que hoy obtenemos.

Al señor Jesús María y a todas las personas que nos brindaron información en la Molienda de Panela “La Reina”, porque con su colaboración fue posible conocer la verdadera situación e la empresa y poder proponer mejoras por medio de las técnicas de Lean Manufacturing.

## RESUMEN

En esta investigación se estudia el sistema de producción del trapiche de la Molienda de panela “La Reina” con el fin de establecer o proponer posibles mejoras que se pueden hacer en este, proponiendo herramientas de Lean Manufacturing que permitan disminuir y en el mejor de los casos eliminar los desperdicios encontrados.

Lo primero que hicimos fue conocer el proceso de elaboración de panela de la molienda “La Reina”, posterior a esto, identificamos los desperdicios relacionados con la producción, descubriendo sus cuellos de botella (trapiche y calderas), lo cual nos permitió proponer una serie de técnicas de Lean manufacturing como las 5S, SMED, TPM, SIX SIGMA y KANBAN que a nuestro parecer puede mejorar la productividad y rentabilidad teniendo en cuenta que el producto debe tener la mejor calidad, entrega a tiempo y en las mejores condiciones para la excelente satisfacción de los clientes.

Para lograr determinar estos factores fue necesario la utilización de herramientas de producción que permitieron calcular la eficiencia en la producción y así establecer si son competitivos o no, además de recurrir a las normas técnicas de calidad en la Producción y Comercialización de Panela para el consumo Humano y así poder identificar si la panela producida en este lugar son aptos para el consumo humano pero también cumplen con las normas de calidad exigidos.

La idea de este trabajo es proponer técnicas para encontrar mejoras significativas en la producción de panela, para esto es necesario atacar ciertas falencias e implementar herramientas tanto en sus sistemas productivos como en la estructura de la organización como tal, y el control en la producción, pues en la actualidad presentan desorganización en este campo, lo que dificulta determinar qué tan rentable es para ellos producir panela.

Inicialmente para la generación de ayudas hacia los desperdicios es necesario destacar que la primera herramienta a utilizar serán las 5S puesto que ayudara a mantener un orden para la implementación de las demás herramientas.

## **ABSTRACT**

In this research the production system of the panela milling "La Reina" in order to establish or suggest possible improvements that can be made in this, proposing Lean Manufacturing tools that allow to decrease and in the best of cases studied eliminate waste found.

The first thing we did was learn the process of making panela milling "La Reina", after this, we identify the waste associated with the production, discovering its bottlenecks (mill and boilers), which allowed us to propose a number Lean manufacturing techniques such as 5S, SMED, TPM, Six Sigma and Kanban which we believe can improve productivity and profitability for the product should have the best quality, timely delivery and the best conditions for excellent customer satisfaction.

To achieve these factors was necessary to determine the use of production tools that enabled the calculation of production efficiency and establish whether they are competitive or not, besides resorting to the technical standards of quality in the production and marketing of Panela for Human Consumption and be able to identify whether the panela produced at this location are suitable for human consumption but also meet the quality standards required.

The idea of this project is to propose techniques for finding significant improvements in sugarcane production, it is necessary to attack certain shortcomings and implement tools both in its production systems and the structure of the organization itself, and control in production, because at present disorganization present in this field, making it difficult to determine how profitable it is for them to produce panela.

Initially aids for generating waste is to be noted that the first tool to be used as 5S help maintain order for the implementation of other tools.

## INTRODUCCION

La presente investigación busca proponer técnicas de Lean Manufacturing que puedan mejorar la productividad y la eficiencia en el trapiche de panela “La Reina”, contribuyendo así al crecimiento de estas organizaciones y lograr a su vez la expansión de las mismas, generando desarrollo para la región y el departamento en general, así se podrá ver beneficiada la comunidad, ya que muchas de las familias viven del cultivo de caña y la producción de panela.

Aunque nuestro país es netamente cafetero, se puede observar que se encuentran varios trapiches productores de panela, lo que hace necesario e importante realizar este estudio en estas organizaciones para generar el crecimiento, aumento de la productividad y fomentar aún más la actividad de la agroindustria en su ámbito económico y comercial.

Para lo cual, se estudió sobre el origen de este producto en el país, sus beneficios, su proceso productivo, su consumo, logrando así identificar ciertos aspectos importantes y que además permitieron por medio de la investigación realizar diagnósticos que ayudaron a identificar las falencias que estas presentan, logrando proponer mejoras y estrategias que ayuden a que estas empresas puedan ser competitivas y productivas, además que cumplan con las normas establecidas de calidad y los organismos de higiene y salubridad, ya que este tipo de organizaciones presentan dificultades en aspectos de higiene debido al proceso productivo que en la actualidad utilizan.

Con esta investigación se buscó determinar estrategias de mejora del sistema productivo de la panela, propuestas que le pueda brindar a los productores la oportunidad de optimizar sus recursos, cumplir con estándares de calidad y ser eficientes, competitivos, reduciendo al máximo los desperdicios de producción que le quitan valor al producto, logrando así ser organizaciones exitosas y aportando al desarrollo y crecimiento del sector panelero en el país.

## **MARCO GENERAL Y METODOLÓGICO**

### **1. IDENTIFICACIÓN**

#### **1.1 Nombre del Proyecto**

Estandarización de los procesos mediante la aplicación del Modelo Toyota a la producción de panela “La Reina”.

#### **1.2 Descripción**

La temática está relacionada con la aplicación de un modelo que en este caso es el Modelo Toyota a los procesos de producción de la Molienda de Panela “La Reina”, se busca poder proponer alternativas para reducir desperdicios tales como tiempos, transportes y movimientos innecesarios para poder mejorar la eficiencia, los tiempo de entrega y la satisfacción tanto de los clientes como de los productores.

### **2. OBJETIVOS**

#### **2.1 General**

Estandarizar los procesos mediante la aplicación del Modelo Toyota a la Molienda de Panela “La Reina”.

#### **2.2 Específicos**

- Conocer el proceso de producción de panela mediante un recorrido por la empresa.
- Realizar un análisis detallado actualmente de la empresa para encontrar los diferentes desperdicios que afectan el proceso productivo de la producción de panela.
- Hacer uso de las herramientas de Lean Manufacturing para la estandarización de procesos en la producción de Panela “La Reina”.
- Describir un costo de los diferentes desperdicios actualmente en la empresa del proceso para comprobar a futuro los beneficios de hacer uso del Lean Manufacturing.
- Proponer medios para eliminar los desperdicios a mediano plazo mediante herramientas del Lean Manufacturing a la producción de Panela “La Reina”.

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La actividad panelera es considerada la segunda agroindustria rural después del café. Uno de los mayores problemas que enfrenta la producción de panela es la competencia que proviene del expediente fraudulento de convertir azúcar en panela, que además de no ser un alimento, afecta fuertemente el comportamiento del mercado.

Además de encontrar la azúcar como competencia en la producción de panela, encontramos que los desperdicios absorben los productos sin crear algún tipo de valor. En una época en que las empresas practican cada vez más el outsourcing y hacen menos cosas por sí mismas, lo realmente necesario es una alianza voluntaria de todo, una alianza que examine cada paso creador de valor y que dure tanto tiempo como persista el producto.

Para proponer soluciones que eliminen el despilfarro nos apoyaremos en el Modelo Toyota, el cual puede ser fuente de inspiración, demostrando la importancia de la estabilidad en el liderazgo, y en los valores que van más allá del rédito (renta de un capital) a corto plazo; y sugerir como la combinación correcta de filosofía, procesos, gerencia y resolución de problemas puede crear una empresa del aprendizaje.

En lugar de concentrarse en los mercados convencionales, y en lo que él y sus contratistas estaban acostumbrados a hacer de una forma convencional, se aconsejara perseguir el concepto de valor tal como lo han definido los clientes, ya que estos son la razón de ser de la Empresa, en este caso de la Molienda de panela “La Reina”.

### **4. ANTECEDENTES**

Dentro del proceso de satisfacción al cliente y conocimiento de sus expectativas existe una lucha implacable en la necesidad de eliminar los factores generadores de improductividades, altos costos, largos ciclos, costosas y largas esperas, desaprovechamiento de recursos, pérdida de clientes, y defectos de calidad, todo lo cual origina la pérdida de participación en el mercado, con caída en la rentabilidad y en los niveles de satisfacción de los consumidores.

Luchar contra los desperdicios implica que a través de la mejora continua de todos y cada uno de los procesos y actividades implicadas en la gestión de la empresa Molienda de Panela “La Reina” deben lograrse superar de manera constante los niveles antes obtenidos, en este caso mediante el Modelo de Toyota con base en la aplicación de algunas técnicas de Lean Manufacturing, se desea proponer y plantear nuevas metas mediante las cuales pueda generar valor agregado para sus clientes y el producto.

## 4.1 Planteamiento del problema

La panela es muy importante en la producción agropecuaria en términos de participación en el valor de la producción, empleo, área utilizada en caña panelera y participación en el gasto de los hogares, entre otras. Igualmente, la caña panelera es un cultivo con una gran capacidad de adaptación a los diversos ecosistemas del país, lo cual le ha permitido expandir constantemente su frontera y emplear tierras no aptas para otro tipo de cultivos.

Colombia es un importante productor de panela (el segundo en el mundo después de la India) y el mayor consumidor per cápita del mundo (37,4 Kg. /Hab.)<sup>1</sup>, aunque por su carácter de producto no transable, la producción se orienta casi completamente al mercado interno, lo cual no le permite ampliar su demanda fácilmente y se ve expuesto a la competencia del azúcar, los edulcorantes sintéticos y las bebidas artificiales.

El Problema no está en las nuevas tecnologías, sino en el hecho de que inicialmente afecta solo a una pequeña parte de la economía. El desarrollo de nuevos productos avanza lentamente, especialmente en lo concerniente a los usos alternativos de la caña (alimentación animal, alcohol carburante) y de la panela (insumo de la industria de alimentos, farmacéutica, cosméticos, etc.).

Dentro del proceso de satisfacción al cliente, proporcionar el bien o servicio incorrecto de forma correcta es el principal factor influyente dentro de la producción panelera en donde se emplean actividades humanas que absorbe recursos, pero no crea un valor dentro del producto y es entonces donde la empresa panelera “La Reina” ha generado mayores gastos innecesarios haciendo de su empresa un medio poco competitivo y por ello será necesario proponer alternativas como el modelo Toyota por medio el uso de algunas herramientas del Lean Manufacturing para estandarizar los procesos y así disminuir aquellos costos que se hacen innecesarios en el momento de producir y poner a la venta la panela.

## 4.2 Formulación del problema

¿Cuál es la incidencia que tiene la aplicación del Modelo Toyota mediante algunas técnicas de Lean Manufacturing para estandarizar los procesos productivos, mejorando y disminuyendo los desperdicios de la producción de Panela “La Reina”?

---

<sup>1</sup> Ministerio de agricultura y desarrollo rural, observatorio agro cadenas Colombia, 2006

### **4.3 Sistematización del Problema**

¿Cuál es la adaptación de los procesos productivos de la Molienda de Panela “La Reina” al modelo Toyota?

¿Cuáles técnicas de Lean Manufacturing se deberían usar en la estandarización de procesos con miras a eliminar el máximo despilfarro posible?

¿De qué modo la calidad y la mejora continua hacen de los procesos de la molienda de panela “la Reina” una organización más productiva y competitiva en el mercado?

¿Qué impacto tienen los costos de los desperdicios de los procesos productivos en la molienda de panela “La Reina” y de qué modo varían después del uso de las herramientas de Lean Manufacturing?

## **5. MARCO REFERENCIAL**

### **5.1 MARCO TEÓRICO**

#### **5.1.1 Antecedentes**

#### HISTORIA DE LA PANELA

La panela ha sido un gran representante agrícola de la cual no se tiene un registro exacto de sus inicios, donde algunos autores afirman que “ la región originaria de la caña fue el Nordeste de la India, específicamente la provincia de Bengala, de aquí el nombre de su capital, Gaura, de la palabra “Gur” que significa azúcar, sin embargo el origen exacto de la caña de azúcar es todavía materia de investigación la cual se considera que pudo haber sido el archipiélago de Melanesia en Nueva Guinea 8.000 a 15.000 años antes de Cristo, de donde se difundió a las islas vecinas, la China y la India

También se supone que en 1493 Cristóbal Colón en su segundo viaje a América la trajo a las Islas del Caribe, particularmente a la isla La Española, la cual corresponde hoy a República Dominicana y Haití, de donde se difundió posteriormente a Cuba, Puerto Rico, México, Colombia y Perú.(Corpoica – Sena, 1998).”<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> OSORIO CADAVID, Guillermo. Buenas prácticas agrícolas BPA y buenas prácticas de Manufactura BPM, en la producción de caña y panela. Editorial CTP Print LTDA. 2007, 200 págs.

Y tomando como referencia a Víctor Manuel Patiño, en su libro *Esbozo histórico sobre la caña de azúcar* afirmó que “La caña vino a Colombia en el año 1538 a través del puerto de Cartagena y dos años después en 1540 entró por Buenaventura al valle geográfico del río Cauca” (Manrique et al, 2000).<sup>3</sup>

De allí se puede suponer que la panela ha sido de gran transcendencia durante periodos largos y tanto su magnitud como elaboración se ha convertido en una costumbre, por lo que se puede observar de su fabricación que la caña de azúcar se ha desarrollado especialmente en las zonas cálidas con un período vegetativo de aproximadamente año y medio.

Respecto a sus beneficios se encuentra un gran uso en todas sus propiedades pues todas las partes de la caña son aprovechadas en este proceso, el tallo para el jugo, el sucio del jugo para la melaza que se da a los animales, el bagazo como combustible para el horno y las hojas para empacar la panela.

Así mismo se ha considerado la panela un alimento muy nutritivo ya que no pierde sus minerales y vitaminas durante el tratamiento, como sí sucede con el azúcar, donde se le ha otorgado cualidades curativas en heridas como cicatrizantes (panela rallada), en enfermedades del sistema respiratorio, bronquitis (Agua de panela con limón caliente) y para el hígado.

### **Mercado mundial de la panela**

“El sector azucarero colombiano se encuentra ubicado en el valle geográfico del río Cauca, que abarca 47 municipios desde el norte del departamento del Cauca, la franja central del Valle del Cauca, hasta el sur del departamento de Risaralda. En esta región hay 223.905 hectáreas sembradas en caña para azúcar, de las cuales, el 24% corresponde a tierras propias de los ingenios y el restante 76% a más de 2.000 cultivadores de caña. Dichos cultivadores abastecen a los 13 ingenios de la región (Cabaña, Carmelita, Manuelita, María Luisa, Mayagüez, Pichichí, Risaralda, Sancarlos, Tumaco, Ríopaila-Castilla, Incauca y Providencia (2011)”.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup>RESTREPO MANRIQUE, Cecilia, *historia de la panela colombiana, su elaboración y propiedades*, 2007, <http://www.historiacocina.com/paises/articulos/colombia/panela.htm>, [consulta: Lunes, 8 abril del 2013]

<sup>4</sup>Asocaña, Sector azucarero colombiano, *el sector azucarero colombiano en la actualidad*, <http://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=215>, [consulta: Lunes, 8 de abril del 2013]

| Puesto | País       | 1992      | 2002      | Acumulado producción 1998-2002 | Part (%) 1998-2002 | Crecim (%) 1992-2002 |
|--------|------------|-----------|-----------|--------------------------------|--------------------|----------------------|
| 1      | India      | 8.404.000 | 7.214.000 | 42.448.000                     | 86,1               | - 1,1                |
| 2      | Colombia   | 1.175.650 | 1.470.000 | 6.858.840                      | 13,9               | 1,9                  |
| 3      | Pakistán   | 823       | 600       | 2.872                          | 0,0058             | - 8,2                |
| 4      | Myanmar    | 183       | 610       | 2.486                          | 0,0050             | 11,5                 |
| 5      | Bangladesh | 472       | 298       | 2.145                          | 0,0043             | -1,3                 |
| 6      | China      | 480       | 400       | 2.112                          | 0,0043             | - 2,1                |
| 7      | Brasil     | 240       | 210       | 1.320                          | 0,0027             | 1,2                  |
| 8      | Filipinas  | 101       | 127       | 565                            | 0,0011             | 2,1                  |
| 9      | Guatemala  | 56        | 44        | 228                            | 0,0005             | - 2,8                |
| 10     | México     | 51        | 37        | 183                            | 0,0004             | - 4,6                |
| 11     | Perú       | 25        | 28        | 129                            | 0,0003             | 0,7                  |
| 12     | Kenya      | 25        | 23        | 120                            | 0,0002             | - 0,6                |
| 13     | Honduras   | 32        | 21        | 106                            | 0,0002             | - 6,7                |
| 14     | Haití      | 40        | 21        | 106                            | 0,0002             | - 8,6                |
| 15     | Uganda     | 13        | 15        | 75                             | 0,0002             | 1,6                  |
| 16     | Nigeria    | 24        | 14        | 74                             | 0,0002             | - 4,8                |
|        | Mundo      | 9.582.301 | 8.686.525 | 49.319.714                     | 100.0%             | - 0,8                |

Fuente: FAO. Cálculos conversatorio Agrocadenas

Tabla 1: Producción de panela por país (toneladas).<sup>5</sup>

De allí se deduce que el principal comercializador de panela ha sido la india. Sin embargo, Colombia también ha considerado la panela como uno de sus principales productos para la población.

Sin embargo como se observan en las cifras, la panela ha tenido un comercio internacional muy bajo ya que es considerado un bien no transables, es decir, se consumen en su misma economía productora donde no existe la exportación o importación, dirigiéndose toda su oferta a mercados internos, esto debido además a la diferencia de calidad y la falta de control efectivo sobre el peso y las características fisicoquímicas y microbiológicas.

Respecto a la producción de panela en Colombia departamentalmente se pudo observar el porcentaje de área de cada región y la producción panelera que se implementa:

| Variable   | Antioquia | Boyacá | Caldas | Cauca | Cund. | Huila | Nariño | Norte Santan. | Santander | Tolima | Valle |
|------------|-----------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|---------------|-----------|--------|-------|
| Área       | 16%       | 8%     | 7%     | 7%    | 23%   | 6%    | 7%     | 4%            | 9%        | 6%     | 2%    |
| Producción | 9%        | 15%    | 5%     | 3%    | 14%   | 9%    | 8%     | 3%            | 21%       | 5%     | 2%    |

Tabla 2: Participación Departamental del Área y Producción Nacional-2005.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> OSORIO CADAVID, Guillermo. Buenas prácticas agrícolas BPA y buenas prácticas de Manufactura BPM, en la producción de caña y panela. Editorial CTP Print LTDA. 2007, 200 págs.

Respecto a dichos datos solo tres departamentos, Santander, Boyacá y Cundinamarca contribuyen con el 50% de la producción de panela del país.

Sin embargo la producción de panela no ha sido muy alta en los últimos tiempos puesto que junto con el azúcar son considerados bienes sustitutos en la medida en que ambos son edulcorantes directos que en algunos casos el precio de la panela se acerca al del azúcar, en las cuales se hace atractivo derretir azúcar o emplear mieles en la elaboración de panela, es decir, se le agregan productos químicos nocivos para la salud, además de encontrarse de manera indirecta como las bebidas gaseosas y los refrescos artificiales de bajo valor nutritivo, lo que ha provocado su baja participación en la canasta de alimentos de los colombianos especialmente la de hogares urbanos de ingresos medios y altos y la variaciones de precios en diferentes tiempos.

### **Importancia Socioeconómica**

“La actividad panelera es considerada la segunda agroindustria rural después del café, por el número de establecimientos productivos, el área sembrada y la mano de obra que vincula. Se calcula que esta actividad genera 353.366 empleos directos.”<sup>7</sup>

A continuación se mostrara la variación de precios por kilo de panela desde 1999 hasta el 2006.

| <b>Departamento</b> | <b>1999</b> | <b>2000</b> | <b>2001</b> | <b>2002</b> | <b>2003</b> | <b>2004</b> | <b>2005</b> | <b>2006*</b> | <b>Variación 2002-2006</b> |
|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------------------------|
| Antioquia           | 925         | 766         | 893         | 1.099       | 913         | 677         | 642         | 723          | <b>-34%</b>                |
| Boyacá              | 1.067       | 751         | 920         | 1.153       | 845         | 619         | 563         | 667          | <b>-42%</b>                |
| Caldas              | 922         | 809         | 922         | 949         | 857         | 725         | 706         | 735          | <b>-23%</b>                |
| Cundinamarca        | 925         | 749         | 948         | 1.131       | 814         | 582         | 552         | 663          | <b>-41%</b>                |
| Nariño              | 717         | 641         | 776         | 899         | 759         | 605         | 608         | 649          | <b>-28%</b>                |
| Risaralda           | 1.067       | 1.174       | 1.219       | 1.295       | 1.094       | 791         | 780         | 825          | <b>-36%</b>                |
| Santander           | 790         | 741         | 797         | 1.153       | 838         | 613         | 569         | 659          | <b>-43%</b>                |
| Tolima              | 938         | 805         | 913         | 1.091       | 888         | 684         | 685         | 733          | <b>-33%</b>                |
| Valle               | 1.150       | 1.029       | 1.130       | 1.165       | 1.166       | 1.000       | 849         | 776          | <b>-33%</b>                |
| Promedio Nacional   | 944         | 829         | 946         | 1.104       | 908         | 690         | 658         | 714          | <b>-35%</b>                |

Tabla 3: Precios Departamentales al Productor por Kilo de Panela 1999-2006.

<sup>6</sup> Ministerio de agricultura y desarrollo rural, *el sector panelero colombiano*, <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/el-sector-panelero-colombiano.pdf>, [consulta: Lunes,8 de abril del 2013 ]

<sup>7</sup> Ministerio de agricultura y desarrollo rural, *el sector panelero colombiano*, <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/el-sector-panelero-colombiano.pdf>, [consulta: Lunes,8 de abril del 2013 ]

Como se puede observar y por medio del precio de la panela por kilo ha tenido una disminución desde 1999, esto debido al incremento de área pues entidades como la Red de Solidaridad Social, el Plante y la Federación Nacional de Cafeteros, condujeron a que zonas sin tradición entraran en la producción de panela, como es el caso de Putumayo y Casanare, además influenció la mejoras tecnológicas que lograron el aumento de productividad, y el sinnúmero de intermediarios dentro del mercado panelero, lo que genera una gran dispersión e ineficiencia y costos adicionales de transacción.

Otros problemas que presenta la siembra y elaboración de panela y afectan los precios, son las plagas que poseen los cultivos como la hormiga loca, hormiga arriera, carbón y gusano tornillo, también la poca participación de aquellos productores que pudieron posicionarse en el mercado nacional, y la Ley 40 de 1990 para la protección y desarrollo de la producción de la panela que establece una cuota de fomento panelero prohibiendo el uso de azúcar en la producción de panela.

### **Acciones institucionales**

El ministerio de agricultura y desarrollo rural, supone algunas acciones institucionales respecto a la producción de panela tales como:<sup>8</sup>

#### ➤ Crédito y Financiamiento

Durante el periodo comprendido entre agosto de 2002 y febrero de 2006, las colocaciones de crédito para la siembra y sostenimiento del cultivo de caña panelera ascienden a \$ 41.609.658.000.

#### ➤ Programa de Seguridad Alimentaria

Dadas las condiciones críticas de los pequeños productores paneleros y ante la perspectiva de precios deprimidos, el Gobierno Nacional adoptó un proyecto de apoyo para las familias en las zonas de vocación panelera, siendo éste un programa de economía rural campesina que busca impulsar la siembra de productos alimenticios para su posterior autoconsumo a nivel familiar, estimulando así la reconversión productiva, garantizando un respaldo institucional, y principalmente, asegurando la alimentación de esta población.

---

<sup>8</sup> Ministerio de agricultura y desarrollo rural, *el sector panelero colombiano*, <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/el-sector-panelero-colombiano.pdf>, [consulta: Lunes, 8 de abril del 2013 ]

### ➤ Programa de Promoción al Consumo

Ante la necesidad de incrementar y posicionar el consumo de panela en los estratos altos de la población y en los jóvenes, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural conjuntamente con el Fondo de Fomento Panelero, estructuró el Programa de Promoción al Consumo, el cual se adelanta mediante una campaña en radio y televisión a nivel nacional y regional enfocada a cambiar la percepción del consumidor frente a la panela.

### ➤ Vigilancia de la Calidad de la Panela

Con el fin de mejorar los esfuerzos en el control de los derretideros de azúcar y de ejercer un mayor control y vigilancia de la calidad de la panela, se creó la Comisión Nacional Intersectorial para la Vigilancia de la Calidad de la Panela, mediante el Decreto No. 1774 del 2 de junio de 2004. Las principales funciones de la Comisión se centran en la coordinación, apoyo y cumplimiento a la normatividad de inspección, vigilancia y control de la calidad de la panela.

### ➤ Apertura de Mercados

El aumento de la productividad en las zonas paneleras, con la introducción de nuevas variedades de caña azucarera y sistemas de molienda, permitirán que la producción tanto de panela como de alcohol, marchen en paralelo. De esa manera, los campesinos paneleros se podrán asociar con una industria complementaria que les aporte recursos para mejorar sus ingresos y mantenga el precio de la panela en niveles de competencia, sin las fluctuaciones actuales.

## **Estructura de la producción de panela**

En las explotaciones de caña panelera, según el ministerio de agricultura y desarrollo rural en la cadena agroindustrial de la panela en Colombia<sup>9</sup>, se presentan dos tipos de mercados unos a pequeña escala y otros de tipo mini y micro fundió.

“...Las explotaciones en pequeña escala se cultivan en extensiones entre 5 y 20 Ha. y poseen trapiches de tracción mecánica cuyas capacidades de proceso oscilan entre 100 y 150 Kg. de panela por hora. Aquellas del tipo mini y micro fundió que producen en fincas menores a 5 Ha. y quienes, corrientemente, procesan la caña en compañía de vecinos propietarios de trapiches, con molinos accionados por pequeños motores o mediante fuerza animal, con capacidades de producción inferiores a 50 Kg. de panela por hora...”

---

<sup>9</sup> ESPINAL G, Carlos Federico et al. La cadena agroindustrial de la panela en Colombia, 2005,24 págs.

## **Costos de producción**

Los costos de producción están divididos en la fase de cultivo de caña que incluye desde la preparación del terreno, siembras, control de malezas hasta el corte y adecuación del terreno después de la primera cosecha y la fase de producción de panela que incluye alce y transporte de caña, el proceso de producción y el transporte al mercado.

El componente más importante en los costos, tanto en el cultivo como en el proceso de producción de panela, es la mano de obra y el factor de transporte.

Otros costos adicionales hacen referencia a los insumos que son combustibles y lubricantes para la hornilla, clarificadores como el balso y cadillo, antiespumantes, reguladores del pH como la cal y los empaques.

### **5.1.2 Proceso de panela**

Según el manual técnico de buenas prácticas agrícolas y de manufactura<sup>10</sup>, el procedimiento para la producción de panela es:

#### **1. Extracción de jugos**

La caña se somete a compresión en los rodillos o mazas del molino, lo cual propicia la salida del contenido del líquido de los tallos. Se consideran satisfactorias aquellas extracciones, entre 58 a 63%; es decir, cuando se obtienen de 580 a 630 kilogramos de jugo por tonelada de caña.

Los productos finales de esta fase son el “jugo crudo” y el “bagazo”; el primero, es la materia prima que se destina a la producción de panela, mientras el segundo se emplea como material combustible para la hornilla después de secado.

#### **Bagazo.**

En el proceso de molienda, además del jugo, también se obtiene un residuo sólido llamado “bagazo verde” cuya humedad depende del grado de extracción del jugo, donde se debe obtener una humedad inferior al 30 % para ser utilizado en las hornillas como combustible y para ello se debe almacenar en pilas altas dejando un espacio entre montón y montón para que circule el aire y seque el bagazo. Además, se recomienda poner un tubo de PVC.

---

<sup>10</sup> OSORIO CADAVID, Guillermo. Buenas prácticas agrícolas BPA y buenas prácticas de Manufactura BPM, en la producción de caña y panela. Editorial CTP Print LTDA. 2007, 200 págs.

## 2. Limpieza de jugos

En esta etapa se retiran impurezas gruesas de carácter no nutricional por medios físicos (decantación y flotación en el pre limpiador), térmicos (en las primeras pailas) y bioquímicos (con los aglutinantes).

Comprende tres operaciones: pre limpieza, clarificación y encalado.

El jugo crudo (guarapo) y sin clarificar se limpia en frío utilizando un sistema de decantación natural, por efecto de la gravedad, desarrollado por el CIMPA y que se ha denominado Pre limpiador. Este dispositivo retiene por precipitación una importante proporción de los sólidos contenidos en el jugo de la caña, como son partículas de tierra, lodo y arena; Simultáneamente, por flotación, el pre limpiador separa partículas livianas como bagacillo, hojas, insectos, etc.,

Las impurezas flotantes se deben retirar varias veces durante la molienda; también se deben retirar periódicamente los tapones de los orificios inferiores para evacuar los lodos acumulados en el fondo del pre limpiador; otra labor es asear como mínimo 2 o 3 veces durante la molienda.

El pre limpiador debe estar situado entre la salida del molino y el pozuelo o paila recibidora, aprovechando la gravedad para la conducción de los jugos

### **Clarificación**

Esta fase tiene lugar en la paila recibidora o descachazadora, y consiste en la eliminación de las cachazas que son sólidos en suspensión, tales como bagacillos, hojas, arenas, tierra, sustancias coloidales y sólidos solubles presentes en el jugo de la caña.

La cachaza es de dos clases:

### **Cachaza negra**

Es la capa inicial de impurezas, se retira a la cachacera para separar el jugo extraído con la cachaza.

### **Cachaza blanca**

Es la segunda capa que se forma, es más liviana y se debe retirar con prontitud, antes de que los jugos alcancen la temperatura de ebullición, para poder remover las impurezas.

### **Utilización del balso**

Su corteza desprende una sustancia babosa que luego de ser macerada y mezclada con agua cambia de color y viscosidad; se denomina mucílago, y se adiciona al jugo de caña para clarificar los jugos.

La sustancia clarificante se sumerge directamente en el jugo cuando se alcanzan temperaturas entre 60° y 70° C; la primera cachaza que se retira es la negra, antes de ebullición; luego se agrega más sustancia clarificante para retirar la cachaza blanca, a 92° C aproximadamente.

Una buena clarificación determina, en gran parte, la calidad final de la panela, lo que incluye su color.

La cachaza es llevada a la paila melotera, es llamada melote, y se emplea en la alimentación animal; se puede almacenar por un período prolongado.

### **Encalado**

En la última parte de la limpieza se adiciona cal, preparando una lechada, con el objeto de regular la acidez de los jugos, para prevenir la formación de azúcares reductores (panela seruda o melcochuda) y ayudar a la clarificación de los jugos, la cal usada debe ser de tipo alimenticio para no contaminar la panela y obtener un producto inocuo.

### **3. Evaporación y concentración**

Terminada la clarificación, se inicia la evaporación del agua aumentando de esta manera la concentración de azúcares en los jugos.

Cuando los jugos se han recogido en el fondo de la paila puntera, se agrega un agente antiadherente y antiespumante (cera de laurel, aceite de coco, aceite vegetal) para homogenizar la miel y evitar que se quemé la panela.

La notable eficiencia térmica de la hornilla es generada por el cambio de la leña por el bagazo lo cual generó un bajo impacto en el medio ambiente.

### **Hornilla panelera**

Es donde se lleva a cabo el proceso de conversión de jugo a panela donde se transforma la energía del combustible en energía calórica, para evaporar el agua contenida en los jugos extraídos de la caña.

#### 4. Punteo, moldeo y batido

Esta fase de la fabricación de la panela persigue la obtención del “punto”. Mediante paleo manual se incorpora aire a las mieles en presencia de calor, operación que se lleva a cabo en la paila punteadora.

La miel proveniente de la hornilla se deposita en una batea y, por acción del batido intensivo e intermitente, se enfría, pierde capacidad de adherencia y adquiere la textura para el moldeo.

#### 5. Moldeo

Una vez la miel ha sido batida y se aprecia la cristalización y presenta una nueva textura (panela), se dispone en moldes o gaveras, adquiere su forma definitiva y se solidifica.

El cuarto de moldeo debe estar lejos de las bagaceras y rodeado de malla poli sombra. Las gaveras se encuentran ubicadas sobre mesas de madera, cemento o metálicas; con la ayuda de palas de madera, el pesador distribuye la panela en los moldes (gaveras).

#### 6. Empaque y almacenamiento

La panela es un producto con cualidades higroscópicas, lo cual significa que absorbe o pierde humedad por su exposición al ambiente; ello depende de las condiciones climáticas del medio y de la composición del producto.

El más recomendado es el cartón, por cumplir su misión de aislar el producto evitando que absorba humedad y, además, es reciclable. La panela pulverizada se recomienda empacarla en bolsas de polipropileno biorientado.

### **5.1.3 Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing (Producción Ajustada) tiene por objetivo la eliminación del despilfarro, mediante la utilización de una colección de herramientas (TPM, 5S, SMED, Kanban, Kanzen, Heijunka, Jidoka, etc), que se desarrollan fundamentalmente en Japón. Los pilares de Lean Manufacturing son: “la filosofía de la mejora continua, el control total de la calidad, la eliminación del despilfarro, el aprovechamiento de todo el

potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los operarios".<sup>11</sup>

Busca desperdicios en los procesos y los elimina: sobreproducción, inventarios innecesarios, sobre procesamientos, re-trabajo, transporte, movimientos, espera.

Tiene como base 5 elementos primarios:

- Flujo de manufactura: cambios físicos y diseños estándares que son desarrollados como parte de la célula de trabajo.
- Organización: se enfoca en la identificación de personas, roles/funciones, entrenamiento en nuevas formas de trabajo y comunicación.
- Control de proceso: dirigida a la supervisión, control, estabilización y mejoramiento de procesos.
- Métricos: ve los resultados basados en el aspecto del funcionamiento de las medidas, enfocadas en mejora y reconocimientos de los equipos.
- Logística: define los roles y mecanismos para la planeación y control de flujo de materiales.

Trabaja con los siguientes principios:

- Reduce la cadena de desperdicios dramáticamente.
- Reduce el inventario y el espacio en el piso de producción.
- Crea sistemas de producción más robustos.
- Crea sistemas de entrega de materiales apropiados.
- Mejora la distribución de planta para mejorar la flexibilidad.

### **Como implementar el Lean Manufacturing:**

Pasos a seguir:

#### **Paso 1: Concienciación.**

El Lean Manufacturing es una filosofía de gestión enfocada a la reducción de los ocho tipos de "desperdicios" en productos manufacturados. Las herramientas "lean" incluyen procesos continuos de análisis (kaizen), producción "pull" (en el sentido de kanban), y elementos y procesos "a prueba de fallos" (poka yoke).

Lean es básicamente todo lo necesario para obtener las cosas correctas en el lugar correcto, en el momento correcto, en la cantidad correcta, minimizando el despilfarro, siendo flexible y estando abierto al cambio.

---

<sup>11</sup> RAJADELL CARRERAS, Manuel y SANCHEZ GARCIA, José Luis. LEAN MANUFACTURING: La evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos. 2010, 257 págs.

## Paso 2: **Análisis del valor.**

En este punto usaremos un mapa de flujo de valor VSM (Visual Stream Map), que nos ayuda a ver y optimizar el flujo e identificar los despilfarros.

Los objetivos del VSM son los siguientes:

1. Crear una fuente única de información documentada de todo lo que ocurre en el proceso.
2. Visualizar los flujos del proceso, material e información.
3. Facilitar la identificación y eliminación del despilfarro en el proceso.
4. Analizar la situación actual de planta, estableciendo prioridades en las actividades de mejora continua.
5. Definir los planes de actuación.

## Paso 3: **Selección de despilfarros.**

Mediante los 7 despilfarros existentes, se deberán clasificar aquellos encontrados mediante el análisis detallado de la empresa y realizar un costo aproximado de su efecto en el proceso.

- Sobreproducción.
- Tiempo de espera.
- Transportes y movimientos innecesarios.
- Sobre proceso.
- Exceso de inventario.
- Defectos.
- Competencias.

## Paso 4: **Herramientas de Lean Manufacturing.**

A continuación se deberá realizar un análisis detallado del mapa de valor de lo cual se obtendrá información acerca de las herramientas del Lean Manufacturing a utilizar que se nombraran más adelante y de tal forma se podrán dar propuestas a la eliminación de los desperdicios y por ende estandarizar los procesos, eliminando al máximo las variaciones en la producción.

## **Eliminación de despilfarros utilizando el pensamiento Lean**

Toyota desarrollo un sistema de gestión de sus procesos industriales que permitió suplir las necesidades de los clientes con bienes y servicios

más específicos teniendo en cuenta su eficiencia, la disminución de costos y mejoramiento de la calidad.

El pensamiento Lean se debe a que utiliza una metodología de hacer más de ofrecer lo que se quiere exactamente con menos esfuerzo humano, equipamiento, tiempo y espacio todo esto con el fin de especificar y crear valor para el cliente, teniendo como base el replanteamiento de las líneas de producción.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el flujo de valor es el principal componente de Lean quien muestra casi siempre la existencia de tres tipos de acciones:

1. Se descubrirán muchos pasos cuya creación de valor es inequívoca.
2. Se descubrirán muchos otros pasos que no crean valor alguno, pero que son inevitables de acuerdo con la tecnología actual y los activos de producción disponibles.
3. Nos daremos cuenta de que muchos pasos adicionales no crean valor alguno y pueden evitarse de modo inmediato.

De tal forma para crear un flujo de valor es necesario una continua comunicación de todas las partes interesadas de la organización logrando un flujo continuo en el desarrollo de diseñar, solicitar y proporcionar un producto que genera que las cosas funcionen mejor al concentrarse en el producto y sus necesidades, en lugar de hacerlos en la organización o la maquinaria.

Siendo la tarea más importante para el flujo de valor, la determinación de un coste objetivo que se basa en los recursos y esfuerzos que se tienen para la producción con el fin de eliminar las mudas actuales visibles del proceso.

La empresa Lean dispone de varias alternativas para aumentar la productividad de la empresa.

1. Reducir precios.
2. Añadir características o capacidades al producto.
3. Añadir servicios al producto físico para crear valor adicional.
4. Ampliar la red de distribución y servicio.
5. Dedicar beneficios en apoyo de nuevos productos.

**El despilfarro presenta una oportunidad de mejora.**

La mayor cantidad de tiempo, trabajo y dinero invertido en un proceso productivo NO aporta valor (son las actividades sin valor añadido).

**OPORTUNIDAD DE MEJORA**



Grafica 1: Tipos de despilfarro

La mayoría de las aplicaciones Lean Manufacturing se encuentran en el entorno de fabricación en serie, línea o repetitiva, en operaciones donde se producen lotes de productos estándar a elevada velocidad y un gran volumen, moviéndose los materiales en flujo continuo.

A continuación se mostraran algunas herramientas de Lean Manufacturing que Toyota se enfoca en utilizar, tomando como base el libro Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad de Manuel Rajadell Carreras y José Luis Sánchez García <sup>12</sup> donde especifican las siguientes herramientas:

### ➤ **TECNICA DE LAS 5S**

Tiene por objetivo evitar que se presenten los siguientes síntomas en la empresa:

1. Aspecto sucio de la planta.
2. Desorden.
3. Elementos rotos.
4. Falta de instrucciones y señales comprensibles por todos.
5. No usar elementos de seguridad.
6. Averías más frecuentes de lo normal.
7. Desinterés de los empleados por su área de trabajo.

<sup>12</sup> RAJADELL CARRERAS, Manuel y SANCHEZ GARCIA, José Luis. LEAN MANUFACTURING: La evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos. 2010, 257 págs.

8. Movimientos innecesarios de personas, utillajes y materiales.
9. Falta de espacio en la zona de los almacenes.

- Eliminar lo innecesario.
- Ordenar (cada cosa en su sitio y un sitio para cada cosa).
- Limpieza e inspección.
- Estandarizar (Fijar la norma de trabajo para respetarla).
- Disciplina (Construir autodisciplina y fijar el hábito de comprometerse).

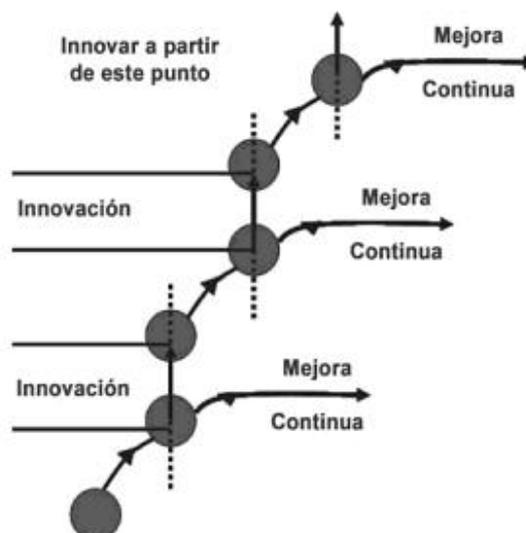
### ➤ HEIJUNKA

La metodología que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un día o flujo de trabajo. Nivelado de producción.

### ➤ KAIZEN

Implica una cultura de cambio constante para evolucionar hacia mejores prácticas (mejora continua). Consiste en una acumulación gradual y continua de pequeñas mejoras hechas por todos los empleados (incluyendo a los directivos).

Comprende tres componentes esenciales: Percepción (descubrir los problemas), desarrollo de ideas (hallar soluciones creativas) y tomar decisiones, implantarlas y comprobar su efecto, es decir, escoger la mejor propuesta, planificar su realización y llevarla a la práctica para alcanzar un determinado efecto.



Grafica 2: Diagrama Kaizen.

El proceso de la mejora continua está en que cuando aparece un problema el proceso productivo se detiene para analizar las causas, tomar las medidas correctoras, y su resolución aumenta la eficiencia del sistema productivo.

### ➤ EL CONTROL TOTAL DE LA CALIDAD

Según el Ishikawa, el control total de la calidad presenta tres características básicas:

1. Todos los departamentos participan del control de calidad. El control de calidad durante la fabricación reduce los costes de producción y los defectos, garantizando los costes bajos para el consumidor y la rentabilidad para la empresa.
2. Todos los empleados participan del control de la calidad, pero también se incluyen en esta actividad, proveedores, distribuidores y otras personas relacionadas con la empresa.
3. El control de la calidad se encuentra totalmente integrado con las otras funciones de la empresa.

### ➤ JUST IN TIME (JIT)

Se pretende fabricar los artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el instante preciso.



Gráfica 3: Diagrama Just In Time.

El tiempo de flujo es el que transcurre desde que se lanza una orden de producción hasta que el producto está en condiciones de ser expedido.

$$\text{Tiempo de flujo estimado} = \frac{\text{Existencias de productos en curso}}{\text{Ventas a precio de coste}}$$

Sin embargo, si el plazo de entrega marcado por el cliente es menor que el tiempo de flujo, la fabricación debe iniciarse antes de la llegada del pedido del cliente, la producción se organiza contra stock y la fábrica debe mantener existencia de producto terminado o en curso.

#### ➤ **JIDOKA**

Automatización inteligente, que busca desligar el hombre de la máquina permitiendo que una persona se ocupe de un gran número de máquinas, y asegurando el flujo pieza a pieza con una garantía de cero defectos.

#### ➤ **KANBAN**

Engloba un sistema de suministro de materiales basado en el movimiento de unas tarjetas que se movilizan y funcionan como ordenes de producción y transporte. Aseguran un flujo de producción "Pull".

#### ➤ **CELULAR MANUFACTURING**

Manufactura celular y células de trabajo están en el corazón de Lean Manufacturing. Aumentan la productividad y la calidad. Las células simplifican el flujo de materiales, gestión e incluso los sistemas de contabilidad. El buen funcionamiento depende de las interacciones sutiles de personas y equipos. Cada elemento debe encajar con los demás en una operación sin problemas el funcionamiento, la auto-regulación y auto-mejora.

#### ➤ **MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

Es un sistema desarrollado en Japón para eliminar pérdidas, reducir paradas, garantizar la calidad y disminuir costos en la Empresas con procesos continuos, mejorando la competitividad de las Empresas.

#### ➤ **POKA YOKE – SISTEMA A PRUEBA DE ERRORES**

Es un dispositivo destinado generalmente a evitar errores; el cual garantiza la seguridad de los usuarios de cualquier maquinaria, proceso o procedimiento, en el que se encuentren relacionados, evitando cualquier tipo de accidente. La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar.

### ➤ **REDUCCION DE TIEMPO DE CAMBIO (SMED)**

Cambio de herramienta en pocos minutos, debería durar no más de 10 minutos. Esta técnica permite disminuir el tiempo que se pierde en las maquinas e instalaciones debido al cambio de herramientas, también llamado utillaje, necesario para pasar de producir un tipo de producto a otro.

Algunos de los beneficios que aporta esta herramienta son:

- Reducir el tiempo de preparación y pasarlo a tiempo productivo.
- Reducir el tamaño del inventario.
- Reducir el tamaño de los lotes de producción.
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o la línea de producción.

### ➤ **SEIS SIGMA**

Es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas de la entrega de un producto o servicio al cliente.

### ➤ **GESTION VISUAL**

Es una herramienta del Lean Manufacturing que hace evidente las desviaciones del estándar. Tiene dos objetivos fundamentales: Dar a conocer el estándar vigente en cada momento y Facilitar la supervisión del cumplimiento del estándar.

### ➤ **VALUE STREAM MAPPING (VSM)**

Es una técnica para examinar el proceso y determinar adónde y porque ocurren fallas importantes.

El Mapeo de los Procesos permite obtener:

- Un medio para que los equipos examinen los procesos interfuncionales.
- Un enfoque sobre las conexiones y relaciones entre las unidades de trabajo.
- Un panorama de todos los pasos, actividades, tareas y medidas de un proceso.

### ➤ **TRABAJO ESTANDARIZADO**

Es un conjunto de procedimientos de trabajo que establecen el mejor método y secuencia para cada proceso para que el flujo ocurra dentro de los procesos que agregan valor, los trabajadores deben ser capaces de producir dentro del Task Time (tiempo de la tarea) y mejorar consistentemente el tiempo de ciclo de los elementos de trabajo asignado.

### ➤ **TECNOLOGIA DE GRUPO**

Es una filosofía o concepto que aprovecha y explota los aspectos de similitud desde tres puntos de vista distintos:

-Realizando actividades similares juntas.

-Estandarizando tareas similares.

-Almacenando y retroalimentando eficientemente la información de problemas repetitivos.

### ➤ **ONE PIECE FLOW (FLUJO POR PIEZA)**

Este método de trabajo consiste en organizar la producción con base a un flujo continuo de una única pieza (lotes de una pieza), donde cada producto pasa de una estación a la siguiente en el mismo momento en que se acaba de procesar, sin esperas ni agrupaciones por lotes. De esta forma se consigue que las piezas fluyan de forma rápida y continua por las diversas secciones, sin acumulaciones entre máquinas y con un control eficaz de stocks.<sup>13</sup>

#### **5.1.4 Modelo Toyota**

A resumen se especifica que uno de los principales métodos de mejoramiento productivo se basa en El modelo Toyotista que sintéticamente se resume en los siguientes puntos:

1. Eliminación del despilfarro y suministro Just in time de los materiales.

---

<sup>13</sup> RAJADELL CARRERAS, Manuel y SANCHEZ GARCIA, José Luis. LEAN MANUFACTURING: La evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos. 2010.

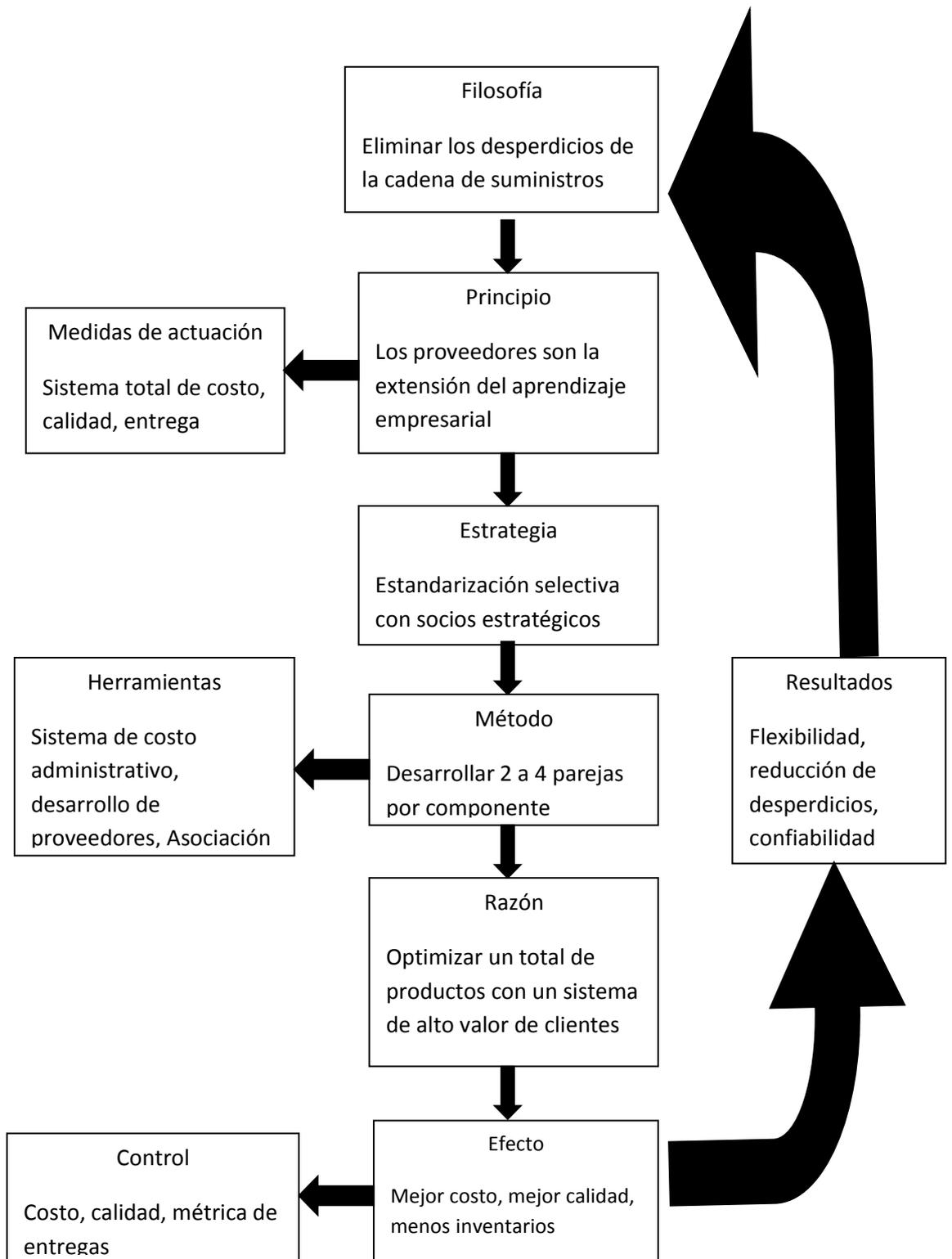
2. La relación, basada en la confianza y en la transparencia, con lo proveedores elegidos en función de su grado de compromiso en la colaboración a largo plazo.
3. Una importante participación de los empleados en decisiones relacionadas con la producción: parar la producción, intervenir en tareas de mantenimiento preventivo, aportar sugerencias de mejora, etc.
4. El objetivo de la calidad total, es decir, eliminar los posibles defectos lo antes posible y en el momento en el que se detecten, incluyendo la implantación de elementos para certificar la calidad en cada momento.<sup>14</sup>

A continuación se mostrara el modelo que Toyota ha implementado para la estandarización de sus procesos:

---

<sup>14</sup> K. LIKER, Jeffrey y MEIER, David, The Toyota way: a practical guide for implementing Toyota's 4P's, edición The McGraw-Hill Companies, 2006

Grafica 4: Modelo Toyota.



TPS: Métodos del Sistema de Producción de Toyota.

Dicho modelo específico las acciones a tomar para la mejor productividad de los recursos y su estandarización como parámetro principal, de tal forma se expondrá a continuación algunos puntos a tratar del modelo.<sup>15</sup>

## **EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE TOYOTA (TPS)**

Tomando como referencia el libro las claves del éxito de Toyota: 14 principios de la gestión del fabricante más grande del mundo de Jeffrey K. Liker, se encuentran sus inicios en Ford, quien produjo millones de modelos T negros y más tarde modelos A usando ineficientes métodos de producción por lotes, creando enormes montañas de stock en proceso a través de toda la cadena de valor, empujando el producto al siguiente paso de la producción, donde Toyota vio que esto era un defecto inherente al sistema de producción en masa de Ford, pues Toyota no se podía permitir el lujo de crear desperdicio, carecía de almacenes, espacio en la planta y dinero, y no producía grandes volúmenes de un solo tipo de vehículo pero determino que podía usar la idea original de Ford de flujo de material continuo para desarrollar un sistema de flujo pieza a pieza que podía ser cambiado de manera flexible según la demanda del cliente y que fuera eficiente al mismo tiempo. La flexibilidad requería conducir metódicamente la ingenuidad de los trabajadores para mejorar los procesos de manera continua.

En Toyota cada etapa de cada proceso de producción tiene su equivalente “aguja del depósito” pegada (llamada Kanban), que da la señal a la anterior cuando es necesario reaprovisionar. Esto crea un “tirado” (PULL) que continua en cascada hacia atrás hasta el principio del ciclo de producción.

Sin este sistema de tirado, el just in time uno de los dos pilares del TPS (el otro es jidoka, la calidad integrada), nunca se habría desarrollado.

Ahora bien, respecto a la vía de Toyota se sustenta sobre dos pilares o conceptos básicos: “Mejora Continua” y “Respeto a la gente”.

1. La mejora continua (KAIZEN) está en crear la atmosfera de aprendizaje continuo y un entorno que no solo estimule, sino que además favorezca el cambio.
2. Toyota demuestra este respeto dando al empleado la seguridad y buscando la complicidad de los miembros del equipo con una participación activa en la mejora de sus trabajos.

---

<sup>15</sup> LIKER, Jeffrey K. LAS CLAVES DEL ÉXITO DE TOYOTA: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo. Editorial McGraw Hill. 2004

La razones de ser de la dirección:

1. Motivar e incentivar al mayor número de personas para trabajar juntos en el objetivo común.
2. Definir y explicar cuál es este objetivo.
3. Compartir el camino para conseguirlo.
4. Motivar a todos para emprender el viaje.
5. Dar apoyo.
6. Eliminar los obstáculos.

El éxito de Toyota se deriva del equilibrio entre el rol de la gente en una cultura organizacional que espera y valora su mejora continua, y un sistema técnico enfocado en obtener el flujo de alto valor añadido.

### **Objetivos en el proceso del modelo Toyota:**

Según Jeffrey K. Liker y David Meier en su libro *the Toyota way*<sup>16</sup>, toma como base los siguientes objetivos en la implementación del pensamiento Lean en una empresa:

- Rediseñar el proceso de trabajo a fin de alcanzar un flujo continuo con un alto valor agregado.
- Esforzarse para llevar a cero el tiempo de parada de un proyecto de trabajo o la espera para que alguien pueda trabajar en él.
- Crear un flujo que permita mover materiales e información rápidamente así como establecer un link entre personas y procesos de manera tal que los problemas salgan a la superficie rápidamente.
- Hacer que el concepto de flujo sea central para la cultura organizacional. Esta es una de las claves del proceso de mejora continua y del desarrollo de las personas.
- Proveer a sus clientes con lo que quieren, cuando quieren y en la cantidad que quieren.
- Trabajar con pequeños stocks, y re abastecer frecuentemente con base a lo que el cliente se lleva (esto minimiza la tarea de almacenamiento e inventario).
- Ser sensible a los cambios diarios en la demanda del cliente sin confiar en demasía en los calendarios de trabajo pre-establecidos o en los sistemas diseñados para el seguimiento de inventarios poco económicos.

En el modelo Toyota también se pueden encontrar 14 principios separados en cuatro niveles de este documento (Genchi, Genbutsi, Kaizen, Respeto y Trabajo en Equipo y desafío) y los relaciona con

---

<sup>16</sup> LIKER, Jeffrey K. y MEIER, David. *THE TOYOTA WAY FIELDBOOK: A practical guide for implementing Toyota's 4Ps*. Editorial McGraw Hill. 2006.

cuatro categorías de principios: Filosofía, Proceso, Gente y resolución de Problemas.



Grafica 5: Pirámide “4P” del Modelo Toyota.

El objetivo de Toyota en los años cuarenta y cincuenta de eliminar el tiempo y el material desperdiciado en cada uno de los pasos del proceso de producción- desde la materia prima al producto terminado- estaba diseñado para hacer frente a las mismas condiciones que se encuentran muchas empresas hoy en día: la necesidad de procesos más rápidos y flexibles, haciendo lo que quieren los clientes, cuando lo quieren, con la mejor calidad y a un coste competitivo, de allí que se encontraron algunos puntos a tener en cuenta dentro del proceso productivo.

Uno de ellos es que a veces es necesario parar una maquina ya que puede evitar la sobreproducción, además es importante llevar un ritmo en la producción de piezas respecto a la demanda por parte de los trabajadores sin necesidad de explotarlos para mayor rendimiento puesto que también puede ocasionar sobreproducción que llevaría al empleo de más gente.

También es conveniente el uso de la informática, sin embargo es recomendable los procesos manuales puesto que aquellos automatizados no tienen tanta flexibilidad, por lo que se debe determinar que usos son más recomendables en ciertas tareas.

Hay que tener en cuenta que la finalidad del recorrido por la planta es encontrar aquellas actividades que realmente dan valor a la materia prima y eliminar las que son innecesarias.

De tal forma Toyota se concentra en estimular a su gente a aprovechar su propia iniciativa y creatividad mejorando sus procesos de negocios como se muestra a continuación:

1. Eliminando el tiempo y los recursos desperdiciados.
2. Construyendo calidad en cada uno de los lugares de trabajo.
3. Encontrando alternativas fiables y económicas a nuevas tecnologías costosas.
4. Perfeccionando los procesos del negocio.
5. Construyendo la cultura del aprendizaje para la mejora continua.

### **5.1.5 Despilfarros**

Dentro del modelo Toyota se clasifican ciertos despilfarros que causan la variabilidades en el proceso y por tanto su improductividad, pues los despilfarros (muda, palabra japonesa), son toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor: fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que realmente no son necesarios, movimientos de empleados y transportes de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en espera porque una actividad no se ha entregado a tiempo, y bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente.

Taiichi Ohno, ejecutivo de Toyota<sup>17</sup>, identifico los primeros siete tipos de muda:

#### **➤ SOBREPDUCCION**

Es el resultado de fabricar más cantidad de la requerida o invertir o diseñar equipos con mayor capacidad de la necesaria. La sobreproducción es un desperdicio fatal porque no incita a la mejora además, producir en exceso significa perder tiempo en fabricar un producto que no se necesita, representa un consumo inútil de material, se incrementan los transportes internos, se llenan de stock (Conjunto de materiales en depósito o reserva) los almacenes y abre la puerta a otros tipos de despilfarro.

---

<sup>17</sup> CUATRECASAS. Lluís. LEAN MANAGEMENT: La gestión competitiva por excelencia. Editorial Profit. 2010.

➤ **TIEMPO DE ESPERA:**

Es el tiempo perdido como resultado de una secuencia de trabajo o proceso ineficiente. Los procesos establecidos pueden provocar que unos operarios permanezcan parados mientras otros están saturados de trabajo.

➤ **TRANSPORTES Y MOVIMIENTOS INNECESARIOS**

Es el resultado de un movimiento o manipulación de material innecesario. Las máquinas y las líneas de producción deberían estar lo más cerca posible y los materiales deberían fluir directamente desde una estación de trabajo a la siguiente sin esperar en colas de inventario.

➤ **SOBREPROCESO**

Es el resultado de poner más valor añadido en el producto que el esperado o valorado por el cliente, es decir, es la consecuencia de someter al producto a procesos inútiles.

➤ **EXCESO DE INVENTARIO**

Las características son excesivos días con el producto acabado o semielaborado, Rotación baja de existencias, Excesivo espacio dedicado al almacén, Excesivo equipo de manipulación, Grandes costes de mantenimiento y movimiento.

➤ **DEFECTOS**

Las características son pérdida de tiempo, recursos materiales y dinero, Planificación inconsistente, Calidad cuestionable, Flujo de proceso complejo, Recursos humanos adicionales para procesos de inspección, Espacio y herramientas extra para el retrabajo, Maquinaria poco fiable, Baja moral de los operarios.

➤ **COMPETENCIAS**

Se asocia con la asignación de tareas a personas que no están capacitadas para su desempeño, o tienen una capacitación superior.<sup>18</sup>

---

<sup>18</sup> CUATRECASAS. Lluís. LEAN MANAGEMENT: La gestión competitiva por excelencia. Editorial Profit. 2010, pp.109-117

## 5.2 MARCO CONCEPTUAL

**Agroindustria:** Según la FAO una definición común y tradicional de la agroindustria se refiere a las subseries de actividades de manufacturación mediante las cuales se elaboran materias primas y productos intermedios derivados del sector agrícola, la agroindustria significa así la transformación de productos procedentes de la agricultura, la actividad forestal y la pesca <sup>19</sup>, es decir, que agroindustrias o empresa agroindustrial es una organización que participa directamente o como intermediaria en la producción agraria, procesamiento industrial o comercialización de bienes comestibles o de fibra. El concepto de agroindustria agrupa a todos los participantes en la industria agraria, que no sólo son los proveedores de tierra, capital y trabajo, sino también a las instituciones del mercado para la comunicación y movimiento de los artículos, así como a las instituciones y mecanismos de coordinación entre sus componentes.

**Sistemas productivos o de producción:** Estos son los responsables de la producción de bienes y servicios de las organizaciones. Es allí donde los ingenieros o jefes de producción toman decisiones que se relacionan con la función de operaciones y los sistemas de transformación que utilizan; de igual manera los sistemas de producción tienen la capacidad de involucrar las actividades diarias de adquisición y consumo de recursos.

El análisis de este sistema permite conocer de una forma más efectiva las condiciones en que se encuentra la empresa con referencia en el sistema productivo y por ende poder determinar el nivel de eficiencia de estos sistemas de producción o si estos requieren implementación de nuevos modelos o de mejoras de los mismos.

**Eficiencia en la producción:** Busca que en la producción, los gastos de recursos (desperdicios) para cualquier objetivo distinto de la creación del producto para el cliente final sean reducidos o eliminados, es por esto que la eficiencia en la producción es un ejemplo actual de los grandes temas recurrentes en la vida humana de aumentar la eficiencia, la reducción de residuos y la utilización de métodos empíricos para decidir qué métodos son los más apropiados de implementar en los diferentes sistemas de producción.

**Productividad y competitividad:** la productividad es la relación entre la producción obtenida y la cantidad de un insumo o recurso aplicado, es

---

<sup>19</sup> FAO. La agroindustria y el desarrollo económico En: El estado mundial de la agricultura y la alimentación 1997. [en línea]. [consultado 28 de Nov. 2011]. Disponible en: < <http://www.fao.org/docrep/w5800s/w5800s12.htm>>.

decir, que se refiere a que una empresa logra resultados más eficientes a un menor costo, con el fin de incrementar la satisfacción de los clientes y la rentabilidad, cuán mayor sea la productividad de una empresa, más útil será para la comunidad gracias a que ésta se expande y genera empleo e impuestos y la competitividad se refiere a que una organización logre mantenerse y permanecer en el mercado a largo plazo, para esto, es necesario trabajar siempre con innovación de manera que se fomente la apertura de mercados y generar credibilidad y confianza en la marca a través del control de calidad y la garantía, es por esto, que podemos decir que la productividad conlleva a la competitividad, ya que, una empresa productiva se encuentra en capacidad ser competitiva en el mercado.

**Calidad y confiabilidad:** se entiende por calidad a las propiedades de un producto, servicio, proceso o sistema, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que cualquier otra de su misma especie. Y confiabilidad se puede definir como la capacidad de un producto de realizar su función de la manera prevista, por lo tanto tenemos que la calidad se relaciona directamente con la confiabilidad.

### 5.3 MARCO SITUACIONAL

La molienda de panela “La Reina” en la cual se va a realizar la estandarización del modelo Toyota queda ubicada en el Parque Industrial de la ciudad de Pereira, la cual fue fundado hace 40 años por un señor llamado José Cortés, molienda que ha pasado por varios dueños como Oscar Caller y sus herederos, y ahora se encuentra en arrendo por el señor José María, persona que nos brinda la información necesaria para la investigación y realización del proyecto.

Su portafolio de productos está compuesto por panela en diferentes presentaciones: Panela “Llano Grande” de 750 gramos, Panela “La Reina” de 1000 gramos y Panela “Reinita” de 850 gramos. Todas las presentaciones empacadas en bolsas de papel de 24 atados.

### 5.4 MARCO LEGAL

**Ley 99 de 1993, Ley del medio ambiente**<sup>20</sup>

**Artículo 1:** Principios Generales Ambientales. La política ambiental colombiana seguirá los siguientes principios generales:

---

<sup>20</sup> Norma Técnica Colombiana NTC – ISO 14040: gestión ambiental, análisis de ciclo de vida, principios y marco de referencia. Guía ambiental para el subsector panelero: Acuerdo suscrito entre el Ministerio del Medio Ambiente y la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC). [en línea]. [Consultado 28 de Nov. 2013]. Disponible en: <<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/3591/1/6585G166.pdf>>

1. El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo.
2. La biodiversidad del país, por ser patrimonio nacional y de interés de la humanidad, deberá ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible.
3. El Estado fomentará la incorporación de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos para la prevención, corrección y restauración del deterioro ambiental y para la conservación de los recursos naturales renovables.
4. La acción para la protección y recuperación ambientales del país es una tarea conjunta y coordinada entre el Estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado. El Estado apoyará e incentivará la conformación de organismos no gubernamentales para la protección ambiental y podrá delegar en ellos algunas de sus funciones.
5. El manejo ambiental del país, conforme a la Constitución Nacional, será descentralizado, democrático y participativo.
6. Para el manejo ambiental del país, se establece un Sistema Nacional Ambiental, SINA, cuyos componentes y su interrelación definen los mecanismos de actuación del Estado y la sociedad civil.
7. Las instituciones ambientales del Estado se estructurarán teniendo como base criterios de manejo integral del medio ambiente y su interrelación con los procesos de planificación económica, social y física.

#### **Ley 40 de 1990**

Sostiene que: “Artículo 10. Para efectos de esta Ley se reconoce la producción de panela como una actividad agrícola desarrollada en explotaciones que, mediante la utilización de trapiches, tengan como fin principal la siembra de caña con el propósito de producir panela y mieles vírgenes para el consumo humano, y subsidiariamente para la fabricación de concentrados o complementos para la alimentación pecuaria.” Y en el mismo artículo: “Parágrafo 2o. Para mantener la clasificación de actividad agrícola, los establecimientos paneleros no deberán tener una capacidad de molienda superior a diez (10) toneladas por hora”.

#### **Decreto 3075 de 1997 (diciembre 23),**

Por la cual se reglamenta parcialmente la Ley 9 de 1979 y se dictan otras disposiciones.

**Artículo 1º.-** *Ámbito de Aplicación.* La salud es un bien de interés público. En consecuencia las disposiciones contenidas en el presente Decreto son de orden público, regulan todas las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos, y se aplicarán:

a. A todas las fábricas y establecimientos donde se procesan los alimentos; los equipos y utensilios y el personal manipulador de alimentos.

b. A todas las actividades de fabricación, procesamiento preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos en el territorio nacional.

c. A los alimentos y materias primas para alimentos que se fabriquen, envasen, expendan, exporten o importen, para el consumo humano.

d. A las actividades de vigilancia y control que ejerzan las autoridades sanitarias sobre la fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución, importación, exportación y comercialización de alimentos; sobre los alimentos y materias primas para alimentos.

**Norma Técnica Colombiana NTC – ISO 14040:** gestión ambiental, análisis de ciclo de vida, principios y marco de referencia. Guía ambiental para el subsector panelero: Acuerdo suscrito entre el Ministerio del Medio Ambiente y la Sociedad de Agricultores de Colombia (SAC).

## **6. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **6.1 Tipo De Investigación**

El estudio del presente proyecto comprende las siguientes formas de investigación:

Se optó por una investigación exploratoria, con la cual se pretende observar la Molienda de Panela “La Reina”, su proceso productivo y sus posibles desperdicios que estén atrasando el proceso, generando pérdidas o disminuyendo eficiencia, calidad o impidiendo la mejora continua.

Una vez analizada la situación, se procederá a realizar un estudio descriptivo para registrar, analizar e interpretar la información obtenida, con el objetivo de registrar los patrones de conducta de los procesos de la Empresa y de las personas de forma sistemática para obtener información sobre desperdicios y poder proponer algunas técnicas de

Lean Manufacturing para reducir y eliminar desperdicios mediante el Modelo Toyota.

## **6.2 Método**

Inductivo: puesto que la investigación se centra en encontrar detalladamente los problemas de producción de panela en la empresa, para así por medio del modelo Toyota dar solución a la estandarización de los procesos y a mayor productividad en la empresa.

Análisis: para llegar a la estandarización de los procesos es necesario analizar las diferentes problemáticas de producción y las posibles herramientas del Lean Manufacturing para llegar a tal fin.

Síntesis: mediante el estudio realizado y las investigaciones previas se pretende proponer una solución frente a las problemática de estandarización y procesos de producción de la panela.

## **6.3 Fuente de Investigación**

Las fuentes de investigación serán tanto primarias como secundarias, puesto que inicialmente es necesario involucrarse con el proceso productivo de panela dentro de la empresa, conociendo su proceso y adquiriendo información fundamental frente a sus problemáticas, además se pretende realizar una investigación por medio de libros y textos sobre las herramientas del Lean Manufacturing existentes y sus usos, adicionando la información necesaria para dar lugar a procesos de estandarización.

## **6.4 Técnicas**

La metodología implementada será la observación mediante la toma de información y registro para su posterior análisis. La técnica a utilizar será la experimentación mediante el uso de técnicas de Lean Manufacturing para reducir al máximo los desperdicios encontrados en la Molienda de Panela “La Reina”, evaluando efectos de cambios y mejoras en el comportamiento de los procesos y eficiencia de los mismos.

## **6.5 Procesamiento de datos**

Para realizar el análisis de los datos se utilizará el programa de Excel para almacenar en este los datos de los tiempos de los procesos, sus características y sus posibles mejoras, también hará posible la creación de graficas, tablas y facilitará el tratamiento de los datos para así mostrar de una manera más clara los resultados obtenidos. La presentación de la información investigada será escrita y presentada a la Molienda de Panela “La Reina” por medio de informes para evaluar la posibilidad de implementar las mejoras obtenidas en el proyecto.

## 7. DESARROLLO METODOLÓGICO

El desarrollo del proyecto se hará por fases, y estará constituida de tres, las cuales son:

### 7.1 Fase I: Recopilación y obtención de información (datos)

Para cumplir con esta fase, se harán varias visitas a las plantas de producción, en donde se realizará observación directa del estado de estos lugares, toma de fotografías de los mismos y además se entrevistará a los productores y empleados de panela para conocer más de cerca el proceso que allí se realiza y detectar posibles falencias que se estén presentando.

### 7.2 Fase II: Análisis y estudio de la información obtenida

Con la información adquirida de la fase I, pasamos a realizar el análisis respectivo a profundidad para detectar todas las falencias y así tener un panorama general de lo que puede estar sucediendo con la Molienda de Panela “La Reina”, es por esto que es importante conocer muy bien y analizar todos los aspectos y factores que allí intervienen.

### 7.3 Fase III: Diseñar propuestas de mejoras en el sistema de producción

Al realizar un análisis pertinente y exhaustivo de la información podremos tomar las mejores decisiones y diseñar las propuestas adecuadas y acordadas para dar mejoras a los desperdicios presentados en la Molienda de Panela “La Reina”, para aportar al incremento de la eficiencia de los procesos y a la obtención de mayor utilidades y beneficios tanto para el productor como para los clientes.

## 8. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

### 8.1 Cronograma

| ACTIVIDADES                                  | Meses |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|--|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|  | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Planeación de la idea                        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Recolección de la Información                |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Análisis de la Información                   |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Estudio de Ingeniería                        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Propuestas de Técnicas de Lean Manufacturing |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |



### 9.3 Laboratorios y Locales

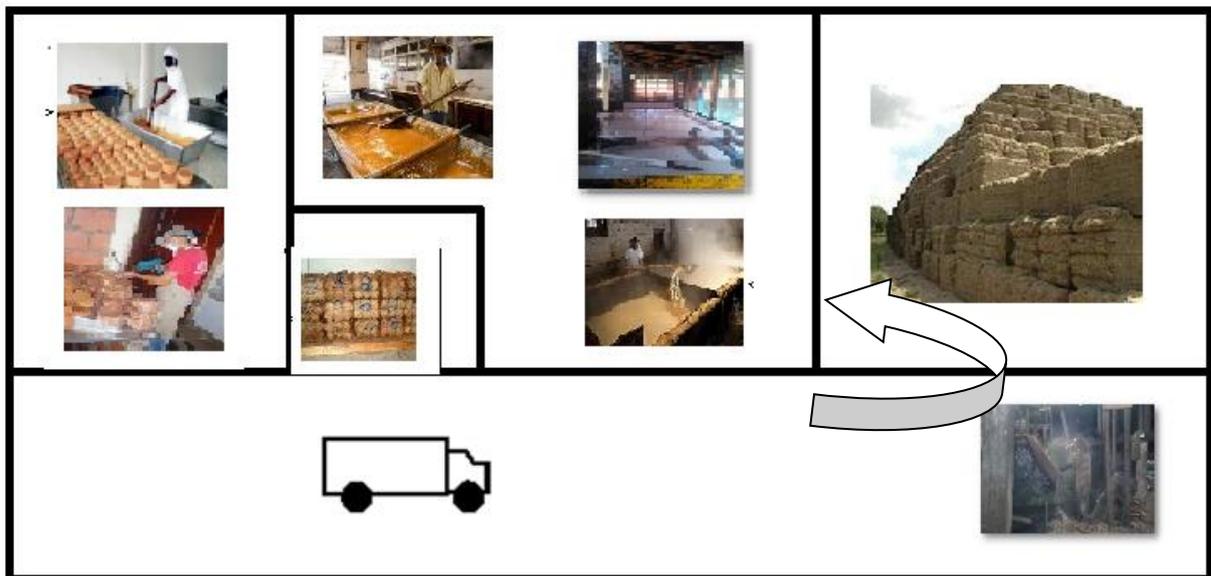
- Biblioteca Jorge Roa Martínez.
- Biblioteca Banco de la Republica.
- Biblioteca Centro Cultural Lucy Tejada.
- Salón de Mezcla de la Molienda de panela “La Reina”.
- Salón de Moldeo de la Molienda de panela “La Reina”.

## RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

### 10. TIEMPOS PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

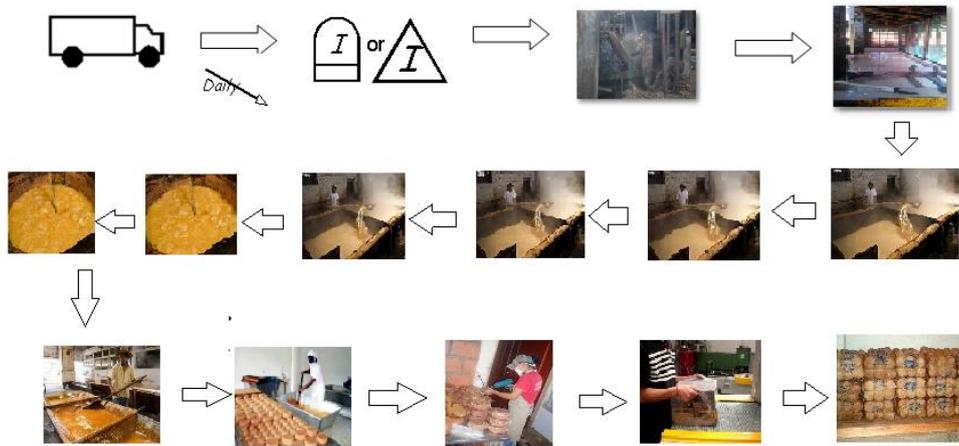
Ver Anexo 1

#### 10.1 Distribución de Planta



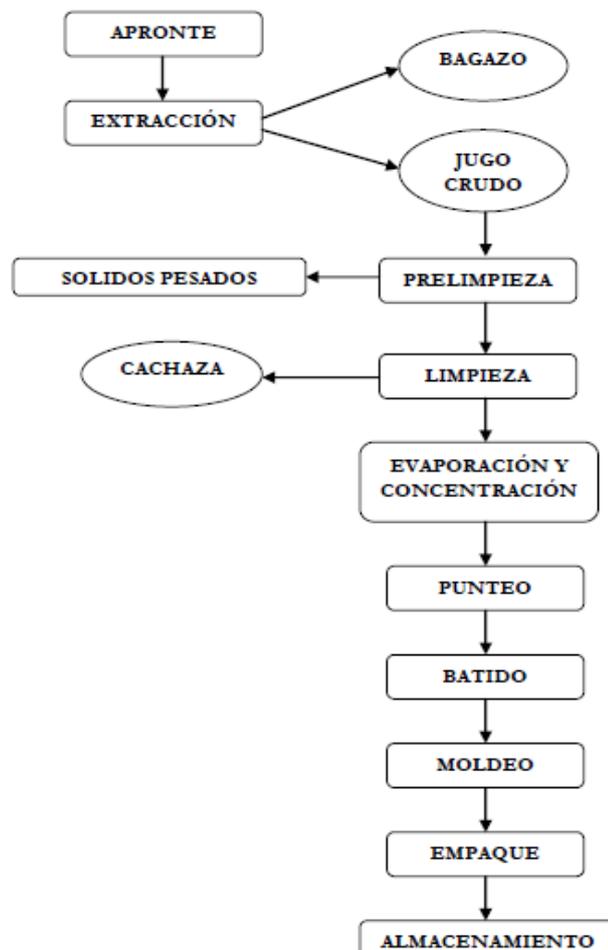
Gráfica 6: Distribución de la planta de la Molienda.

## 10.2 Sistema



Gráfica 7: Sistema de producción de la Molienda.

## 10.3 Diagrama del proceso



Gráfica 8: Diagrama del proceso de elaboración de panela.

## 10.4 Estudio del producto o servicio

### ANÁLISIS DEL PRUDUCTO

**Producto:** Panela tradicional en atados.

Subproducto: Apoyar al desarrollo y a la agroindustria colombiana.

#### **Materiales:**

- Caña de azúcar (Se compra el 80% y se produce el 20% en el terreno seleccionado).
- Cal (Se compra de acuerdo a los proveedores propuestos).
- Aceite de coco o vegetal (se compra).
- Cartón para empaque (se compra).
- Bolsa de polipropileno biorientado (Se compra).

### PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

En la elaboración de panela se cuenta con diferentes etapas para su procesamiento: se inicia con la extracción del jugo donde los operarios llevan la caña de azúcar hasta donde se encuentra el trapiche, a continuación se encuentra el proceso de limpieza de jugos donde el jugo crudo llega a un tanque e inicialmente se realiza la pre-limpieza por medio de una canasta para extraer toda las impurezas grandes como lodo, hojas, entre otros, y es depositada a la primera caldera donde al agregar cal se realiza el procedimiento de clarificación y con unas palas se retiran la espuma de dicho guarapo que es la cachaza .

Este proceso de extracción de cachaza se realiza por 5 calderas hasta llegar a la meladora y de allí a la orlera donde se encuentra el punto de la panela para poder ser depositadas a las bateas en donde se remasa dicha sustancia hasta llegar a tener la consistencia de la panela para poder ser depositadas en moldes y llegar al empaque de la panela.

### MAQUINARIA

La maquinaria con la que cuenta la Molienda de panela “La Reina” para la producción de la panela es la siguiente:

- Trapiche.
- Burros de madera.
- Calderas.
- Meladoras.
- Hornera.
- Bateas.

- Tanque para limpieza de jugo.
- Canal para transportar el jugo recién exprimido al tanque y a las calderas.
- Mesas de moldeo.
- Mesa de empaque.

#### TIPO DE MANO DE OBRA REQUERIDA

La mano de obra requerida para realizar el proceso de producción de panela tomando como base los datos suministrados de la Molienda de panela la Reina, es:

| <b>CARGO</b>  | <b>CANTIDAD</b> | <b>JORNADA</b> |
|---|-----------------|----------------|
| Arrimadores: las personas que llevan la caña al trapiche en los burros de madera. | 3               | Diurna         |
| Repasador: El que pasa la caña.   | 1               | Diurna         |
| Tallador: El que me te la caña al trapiche.                                       | 1               | Diurna         |
| Bagacero: El encargado de secar el bagazo.  | 1               | Diurna         |
| Materialero: El que transporta el bagazo en la mula.                              | 1               | Diurna         |
| Atizadores: Encargados del horno.   | 2               | Diurna         |
| Trabajadores en Calderas  | 2               | Diurna         |
| Trabajadores en Horneras  | 1               | Diurna         |
| Secretaria  | 1               | Diurna         |
| Pasadores: Hacen la horma de la panela.   | 2               | Diurna         |
| Entermador: Embolsa la panela en el plástico polipropileno.                       | 1               | Diurna         |
| Empacador.  | 1               | Diurna         |
| Mochero: Encargado de darle a las mulas el fondo del bagazo de alimento.          | 1               | Diurna         |

Tabla 6: Mano de obra requerida en la Molienda.

Total Nómina: 18 Trabajadores.

Total nomina área productiva: 13 personas

#### DISEÑO Y/O FIJACIÓN DE LAS CARACTERISTICAS

Color: Caramelo claro, exento de verdeamiento.

Olor: Característico a panela, dulce, exento a olores extraños.

Sabor: Característico a panela, dulce, exento a sabores extraños.

Textura: Solido compacto, no presenta ablandamiento.

Panela de 850 gramos.

Es un producto hecho a base de caña de azúcar, que mediante un proceso de cocción constante, pierde humedad y se concentra para formar una masa blanda de color caramelo, que al enfriarse se solidifica en bloques o mediante moldes se le da distintas formas de presentación.

Gracias a su proceso de producción y materia prima del producto la panela es un bien 100% natural que conserva la melaza y con ella todas las sales minerales, aminoácidos y vitaminas que se pierden en un proceso como lo es en la fabricación del azúcar.

La panela es un producto no perecedero que se presenta en bloques, y se comercializa en pacas de 24 atados con un peso de 850 gramos cada atado.

## 10.5 Estudio y cuantificación de la maquinaria y equipo

### TRAPICHE

Un trapiche es un molino utilizado para extraer el jugo de determinados frutos de la tierra, como la aceituna o la caña de azúcar.



Gráfica 9: Trapiche.

Demanda potencial para el año 2014 es de 1.076 toneladas al año en Pereira, la cual la dividimos por 280 días laborables y luego por 8 que sería la jornada del día.

$$Demanda\ potencial = \frac{1.076}{280} = \frac{3,8428}{8} = 0,480$$

### BURROS DE MADERA

Enjalma fabricada con costales de fibra plástica y rellenas de paja. En la parte superior van las horquetas de madera donde se cuelgan las angarillas para trasportar la caña.



Gráfica 10: Burros de madera.

### CALDERAS (5)

Tanque de acero inoxidable donde llega el zumo de la caña. La espuma que se forma en la parte superior se le llama cachaza y se recoge con unos cucharones grandes. Esta cachaza también sirve para preparar alimentos que se le ofrecen a animales domésticos de producción.



Gráfica 11: Calderas.

### MELADORAS (2)

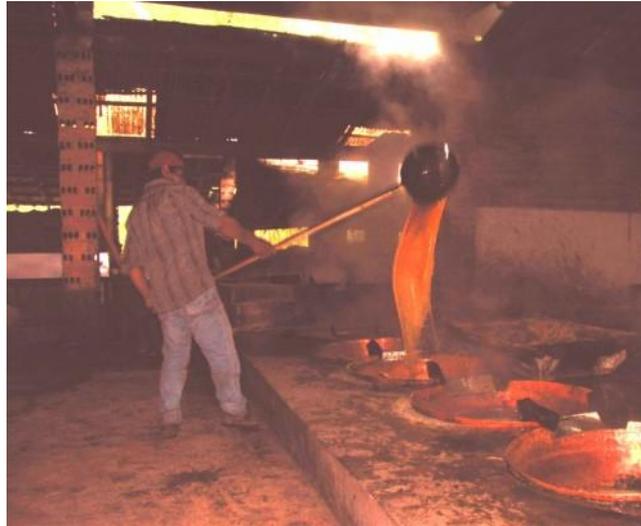
En el área del contra horno, las pailas más grandes del trapiche, se sigue descachado el jugo de la panela que ya empezó a calentarse y a evaporar más del 70 % del contenido de agua de su zumo.



Gráfica 12: Meladoras.

### ORIERAS (2)

Área denominada horno donde poco a poco y de paila en paila se le da el punto a este liquido en hervor. En la última paila, la más pequeña, es ya una masa gelatinosa lista para pasar al siguiente paso.



Gráfica 13: Orleras.

#### BATEAS (4)

Recipiente donde se empieza a revolver la miel, para uniformizar y enfriar aquella masa que entregó el hornero es estas inmensas bateas.



Gráfica 14: Bateas.

#### MESAS DE MOLDEO Y EMPAQUE (2)

Mesa en donde se le da la forma a la panela, en moldes y en esas mismas mesas se empaqueta en las bolsas de polipropileno y en las de cartón.



Gráfica 15: Mesa de moldeo y empaque.

## 10.6 Estudio de la Materia Prima

### Tipo de Materia prima

-Caña de azúcar: La Caña de Azúcar es una gramínea tropical que tiene un tallo macizo de 2 a 5 metros de altura con 5 ó 6 cm. de diámetro.; El tallo acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado puede conformar azúcar y la panela. La sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis con hojas que llegan a alcanzar de dos a cuatro metros de longitud<sup>21</sup>.

- Cal: La cal es un término que designa todas las formas físicas en las que pueden aparecer el óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) y el óxido de calcio de magnesio ( $\text{CaMgO}_2$ ), denominados también, cal viva (o generalmente cal) y dolomía calcinada respectivamente. Estos productos se obtienen como resultado de la calcinación de las rocas (calizas o dolomías). Se utiliza en la industria azucarera y panelera; en ostricultura; en piscicultura; en la industria cervecera, en la industria láctea; en la fabricación de colas y gelatinas, en el tratamiento del trigo y del maíz; en la industria vinícola y en la conservación de alimentos en contenedores de alimentos “autocalentables”, en la nixtamalización del maíz para obtener masa de maíz nixtamalizada para hacer tortillas mexicanas y todos los derivados de ella. No perecedero<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> Monografía de la caña de azúcar. Comisión Veracruzana de comercialización agropecuaria. 2007. [en línea]. [Consultado 28 de enero. 2014]. Disponible en: <<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/.PDF>>

<sup>22</sup> Proyecto Fresco. Asociación proyecto fresco. 2011. [en línea]. [Consultado 14 de Feb. 2014]. Disponible en: <<http://www.proyectofresco.com/portfolio/la-cal/>>

- Aceite de coco o vegetal: Se entiende que es un compuesto orgánico obtenido a partir de semillas u otras partes de las plantas en cuyos tejidos se acumula como fuente de energía. Como todas las grasas está constituido por glicerina y tres ácidos grasos.

- Cartón para empaque: Entendido como el material formado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibra virgen o de papel reciclado. Algunos tipos de cartón son usados para fabricar embalajes y envases, básicamente cajas de diversos tipos.

- Bolsa de polipropileno biorientado: utilizada comúnmente en la industria panelera para sellar los atados de panela puesto que presenta ciertas condiciones como alta transparencia y brillo, buenas propiedades mecánicas, fácil de procesar, buena relación costo/performance, entre otros que hacen de su empaque una buena forma de comercializar y manejar.

## **ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS**

### **11. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA DE LA MOLIENDA DE PANELA “LA REINA”**

Establecimiento de la estructura orgánica y administrativa de la empresa productora y comercializadora de panela, con el fin de lograr una mejor utilización de los recursos establecidos.

#### **11.1 Misión**

Empresa productora y comercializadora de panela es una empresa dedicada a la producción de panela en Pereira, que ayuda al desarrollo de la agroindustria Colombia así como a generar empleo, cumpliendo siempre con las expectativas de calidad de nuestros consumidores.

#### **11.2 Visión**

En 2025, Empresa productora y comercializadora de panela será reconocida como una empresa líder en la ciudad de Pereira en la producción de panela incrementando su participación en el mercado llegando de esta manera a otras regiones risaraldenses y del eje cafetero. Generando más empleo y mejorando la eficiencia de los procesos con el fin de contribuir a la satisfacción del cliente.

### **11.3 Objetivos**

- Ser líder en el mercado.
- Generar mayores utilidades.
- Implementar mejores tecnologías.
- Mejorar la eficiencia en los procesos.
- Abrir sucursales en otras localidades.
- Incrementar las ventas mensuales en más de 10%.
- Mayor cobertura del mercado.

### **11.4 Políticas**

- Ofreciendo fidelidad, responsabilidad y compromiso.
- Teniendo excelencia operacional enfocándonos en priorizar los objetivos del cliente como nuestros, la excelencia es un atributo que nos distingue.
- Calidad integral a generar con la excelencia en la producción de panela, con tecnología y asesoría en todo momento.
- Talento humano contando con personal responsable y comprometido a garantizarle el servicio y calidad que se merece el cliente dando respuesta inmediata a las necesidades.
- Innovando y transformando los procesos de la producción de panela con tecnología.

### **11.5 Razón Social**

Empresa productora y comercializadora de panela.

### **11.6 Organigrama de la Molienda**

#### **TIPO DE EMPRESA SEGÚN ACTIVIDAD**

Empresa del sector secundario o industrial, ya que extrae materia prima de la naturaleza como la caña de azúcar extraída de la agroindustria colombiana (sector primario), pero mediante una serie de procesos la transforma a panela.

#### **TIPO DE EMPRESA SEGÚN TAMAÑO**

Empresa considerada como pequeña empresa, por el número de empleados tan reducido y un valor limitado de ganancias según proyecciones.

#### **TIPO DE EMPRESA SEGÚN LA PROPIEDAD DEL CAPITAL**

Empresa considerada como pública ya que su completo capital proviene de entidades públicas.

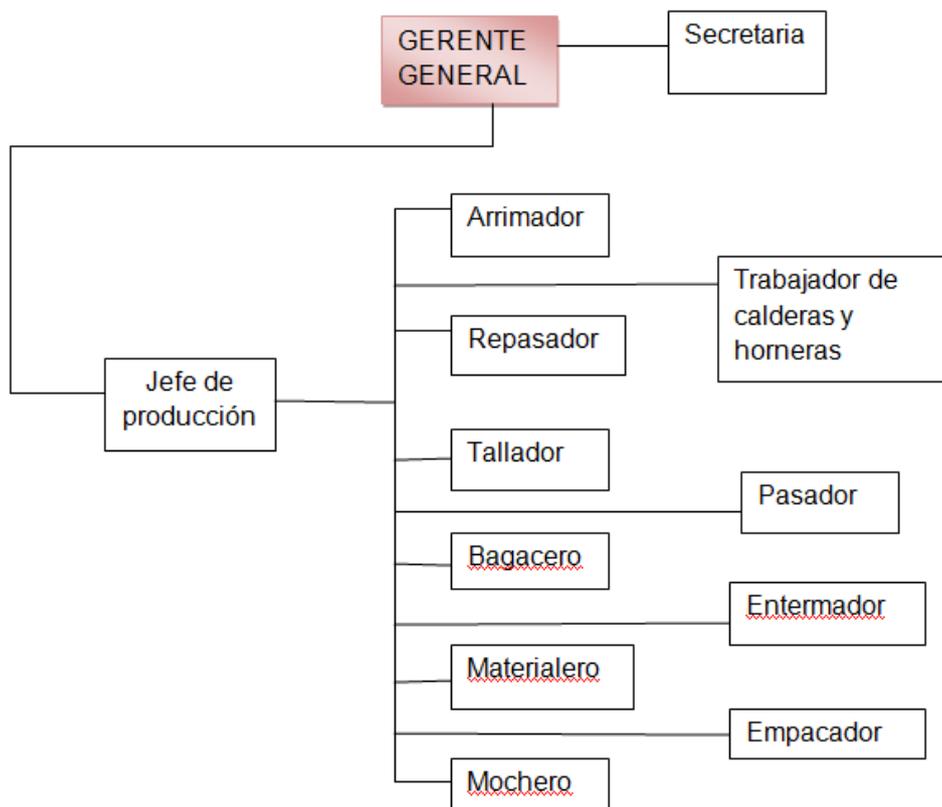
### TIPO DE EMPRESA SEGÚN EL ÁMBITO DE ACTIVIDAD

Considera como empresa local ya que su mercado se cubre en la ciudad de Pereira.

### TIPO DE EMPRESA SEGÚN LA FORMA JURÍDICA

Considerada como empresa de propiedad individual (unipersonal), en la cual existe una persona que invierte buscando la financiación adecuada y respondiendo de manera ilimitada con todo el patrimonio ante las personas que pudieran verse afectada por el accionar de la empresa.

Según el tipo de organigramas, la empresa productora y comercializadora de panela tiene un organigrama mixta ya que combina la parte horizontal que es gerente que manda a todos y la parte vertical, los cuales todos están en igualdad de condiciones y pueden trabajar como un equipo.



Gráfica 16: organigrama de la Molienda.

## DETECCION DE DESPERDICIOS

### 12. PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN

Como primer propósito en dicha investigación se llevo a cabo un recorrido por la empresa de panela “la Reina” quien proporcione información sobre los procesos de producción de dicho producto, en la cual fue posible observar cada estación y el procesamiento que tiene la caña de azúcar como materia prima hasta el empaqueo y etiquetamiento de la panela ya finalizada.

Para ello se encontró la siguiente continuidad en su producción:

1. Inicialmente se encuentra la extracción de jugos donde la caña de azúcar es almacenada en un patio amplio en el cual cada operario disponible en dicho lugar se ocupa de descargar la caña de los camiones para así ubicarla en los alrededores del trapiche con el fin de facilitar el molido de esta.  
A continuación la caña de azúcar es ubicada por 3 arrimadores en una serie de contenedores llamados burros los cuales sirven para ubicar la caña de azúcar de tal modo que el arrimador pueda levantar la caña fácilmente para llevársela al tallador quien muele la caña por medio del trapiche y la repasa a la vez para una extracción alta de los jugos.
2. El siguiente proceso es la limpieza de jugos, en la cual el jugo crudo llega a un tanque donde se almacena y se ejecuta la pre-limpieza de dicho líquido por medio de una canasta para luego pasarlo a la primera caldera donde se le agrega aceite de coco o vegetal, agua y Cal logrando la etapa de clarificación, retirando continuamente la cachaza.  
En este momento los operarios revuelven el líquido con el fin de ir retirando el mayor grado de impurezas y es pasado de igual forma por 5 calderas mas hasta llegar a una mezcla un poco más espesa en un recipiente llamado meladera (se cuentan con dos de dichos recipientes) y allí es agregado otro porcentaje de cal con el fin de ser pasada a la orlera donde se podrá encontrar el punto de la panela.
3. A partir de dicho proceso se continúa con el punteo y batido que consiste en llenar las bateas con dicho producto encontrado en la orlera en su punto, para ser batida hasta encontrar la textura adecuada para el moldeo.
4. El proceso a seguir es el moldeo donde se remasa dicho contenido para depositarla en recipientes de diferentes tamaños que permiten dar la figura apropiada a la panela y el peso ideal.

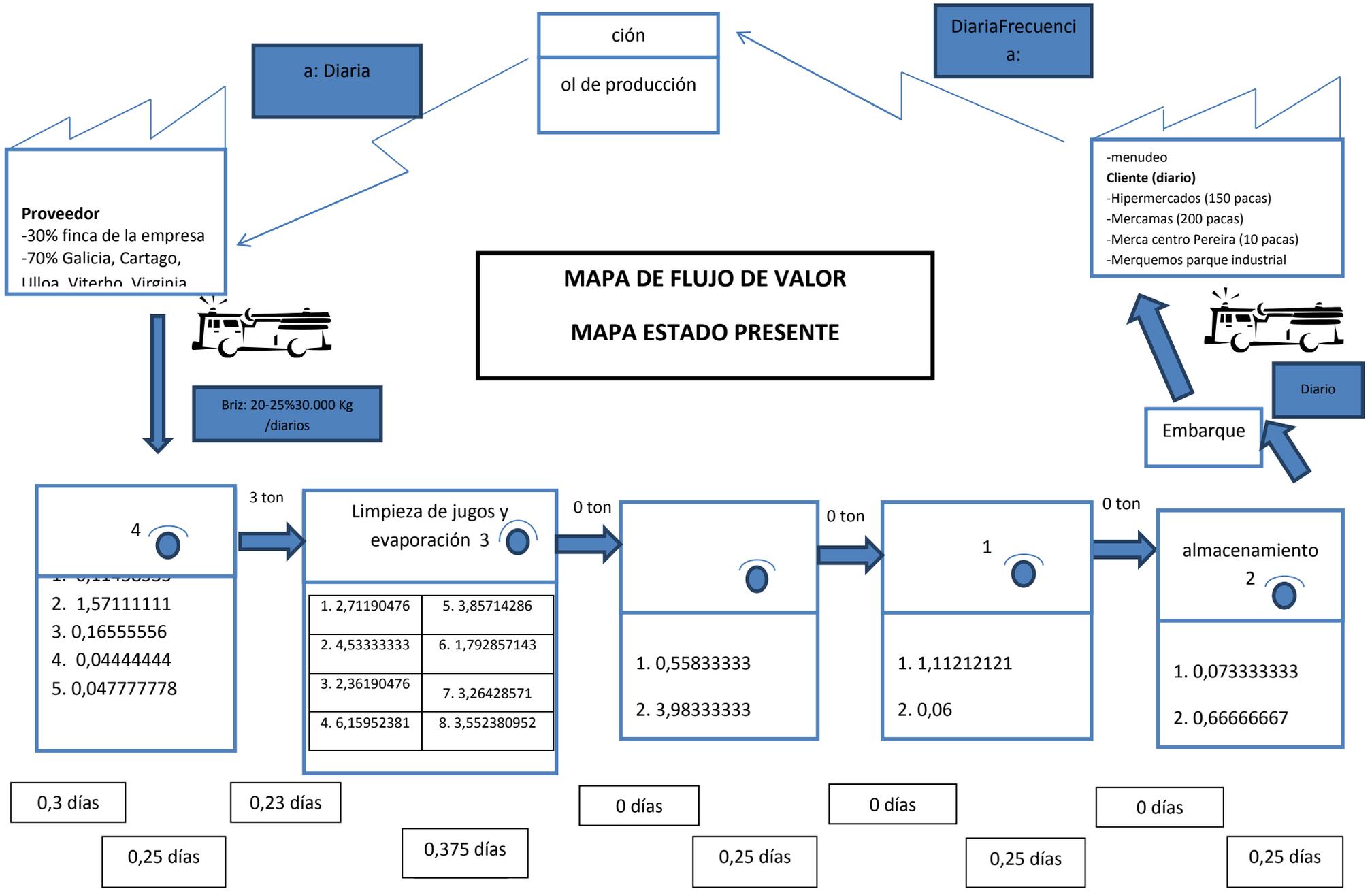
5. Por último se encuentra el proceso de empaque donde por medio de una pistola eléctrica se sellan las panelas y a continuación son empacadas en bolsas de papel por pacas de 24 atados.

Los datos principales obtenidos de dicha información que permitirán un gran análisis en la demanda y oferta del producto para el desarrollo del proyecto se muestran a continuación:

|                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| 1 paca                       | 24 atados               |
| Tipo de caña                 | Semicaña                |
| 1 tonelada de caña de azúcar | 3 pacas aproximadamente |

Tabla 7: Datos de la panela de la Molienda.

Para el desarrollo del trabajo de grado se iniciara con el análisis de desperdicios encontrados en los procesos productivos; para ellos se realizara un mapa de flujo de valor que permitirá observar de forma más completa la estructura y el comportamiento de la empresa actualmente, teniendo como base que los tiempos tomados fueron promediados, mas no tiempos estándares debido al tipo de producto no cuantificable que se maneja en la Molienda de panela “La Reina”.



Gráfica 17: Mapa estado presente de la Molienda.

### Análisis mapa de flujo de valor:

Dentro del VSM presente se encuentra que el procesos cuello botella corresponde a la limpieza de jugos y evaporación, siendo quien calcula el tiempo de salida de la panela.

$$150000 \frac{Kg}{semana} \times \frac{0,001 ton}{1 Kg} \times \frac{1 semana}{5 dias} \times \frac{3pacas}{1 ton} \times \frac{1 dia}{4,032 h} \times \frac{1h}{60 min}$$
$$= 0,372 \frac{pacas}{min} = 2,688 \frac{min}{paca}$$

Este proceso requiere de un tiempo de 2,688 minutos/paca mientras que el tiempo ideal para suplir la demanda está dado por

$$takt\ time = \frac{tiempo\ productivo}{demanda} = \frac{241,92\ min}{94\ pacas} = 2,57\ min/paca$$

$$Tiempo\ productivo = (480\ min - 48\ min) * 56\% = 241,92min = 4.032\ h$$

Turno del día: 480 minutos

Descansos: 10% del turno diario

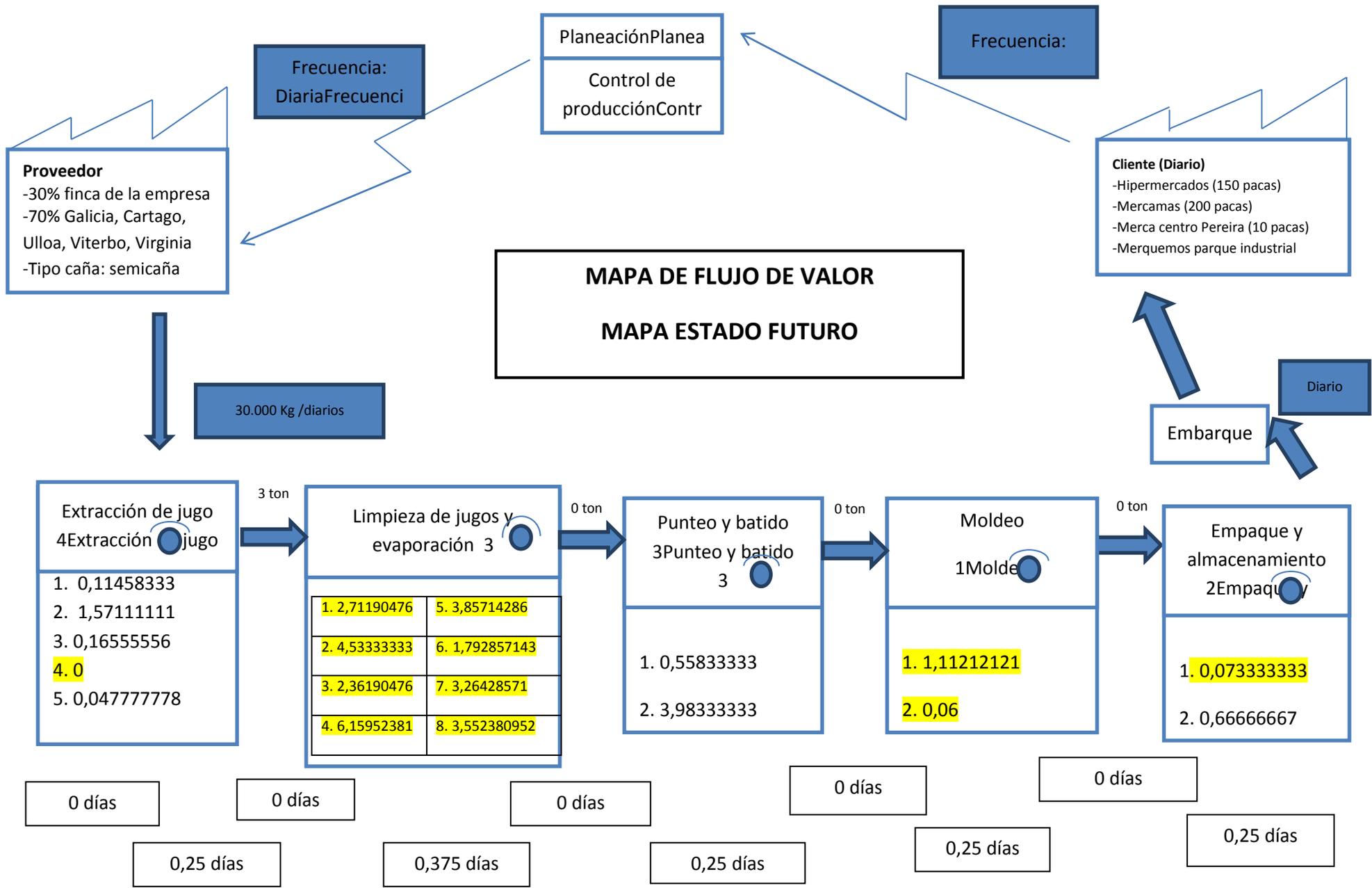
Eficiencia: 56% (ver anexo 2)

En resumen se observa que la producción está dada por:

$$\frac{241,92min/dia}{2,688\ min/paca} = 90 \frac{pacas}{dia}$$

Como se puede observar la capacidad de la empresa frente a los productos requeridos por el cliente son bajos, deduciendo que la eficiencia de los trabajadores está muy baja y a su vez, la productividad reducida a la mitad del tiempo laborado por ende es necesario el uso de las diferentes herramientas de Lean Manufacturing para hacer posible dicha producción y a su vez mejorar procesos para el crecimiento de la empresa

Se observa que la demanda es un poco superior a la oferta, sin embargo, la producción de 90 pacas por día no es exacta puesto que un porcentaje de panelas es defectuosa.



Gráfica 18: Mapa estado futuro de la Molienda.

## PRESENTE

**Tiempo de flujo** = 1,375 días

**Lead Time** = 1,905 días

## FUTURO

**Tiempo de flujo** = 1,375 días = son los días (tiempo mínimo) que las 30.000 toneladas (inventario diario) se demoran en pasar por el sistema de producción.

**Lead Time** = 1,375 días = Son los días que transcurren desde que se inicia el proceso de producción hasta que se completa, en este caso no tuvimos en cuenta el tiempo hasta que se entrega al cliente ya que nuestra atención se centro en el proceso productivo.

La intención era mejorar el tiempo de Lead Time para lograr reducción de costos, al aplicar las técnicas de Lean Manufacturing se logro reducir tiempos de los procedimientos de los procesos, por lo tanto, se redujo costos y así se llevo a la propuesta de mejora final.

Dentro de los procesos se encontraron los siguientes desperdicios en la producción de panela, teniendo en cuenta el mapa presente de flujo de valor y el estudio de tiempos realizados y expuesto en el presente trabajo (Ver Anexo 1):

### **12.1 SOBREPDUCCION**

No hay desperdicios de Sobreproducción.

### **12.2 TIEMPO DE ESPERA**

- La descarga de la caña de Azúcar de la Volqueta.
- Para seguir moliendo caña es necesario que el tanque esta vacio.
- El Repasador debe esperar a que la caña baje del trapiche para volverla a meter y así exprimirle todo su bagazo.
- La persona encargada de la Caldera 1, debe esperar en el momento de descarga y llenado de guarapo.
- Esperar el paso del guarapo de Caldera a Caldera de la 1 a la 5, por las meladoras y el punteador.
- Tiempo de preparación del Trapiche.
- Tiempos de cambio entre caldera a caldera demasiado largos.

### **12.3 TRANSPORTES Y MOVIMIENTOS INNECESARIOS**

- El transporte de la caña hasta el trapiche.
- Cuando los paneleros le llevan la miel de la panela ya seca al pasador, la pasan a otra batea; en vez de cambiar de batea.
- Los entermadores y empacadores transportan sus propias herramientas de trabajo a través de los dos salones de moldeo, deberían en cada salón tener un espacio estratégico para las herramientas para no desperdiciar tiempo en transportarlas.

### **12.4 SOBREPROMOCIONADO**

- Hay dos meladoras que hacen la misma función, desperdician miel pasando de una a otra sin hacer ningún cambio ni añadiendo valor al producto.

### **12.5 EXCESO DE INVENTARIO**

- En la zona donde se encuentra el Trapiche, hay caña de hasta dos días anteriores.
- Trapiche con poca capacidad.
- Tiempos de cambio de maquina o de preparación de trabajo excesivamente largos.

### **12.6 DEFECTOS**

- Al ojo se determina el peso de la panela.
- No tiene un control de calidad.
- Durante el proceso de pasar el guarapo de una caldera a otra, se encuentra desperdicio del mismo guarapo.
- Entrenamiento o experiencia del operario inadecuada.

### **12.7 COMPETENCIAS**

- Personas no capacitadas para realizar cierto procedimiento hacen que se demore el proceso.

## APLICACIÓN DEL MODELO TOYOTA

Inicialmente para la generación de ayudas hacia los desperdicios es necesario destacar que la primera herramienta a utilizar serán las 5S puesto que ayudara a mantener un orden para la implementación de las demás herramientas.

### 13.5'S

Para llevar a cabo la eliminación de desperdicios mediante el Lean Manufacturing se encuentra la herramienta de 5`s con el fin de mejorar la organización y las áreas de trabajo, además de mostrar, reducir eliminar y prevenir los desperdicios a futuro, pues dicha herramienta es el inicio para dar paso a demás mejoras trayendo como beneficios mayor productividad, más espacios, menos recorridos innecesarios, mayor compromiso y responsabilidad, entre otros.

Como plan de mejora para la herramienta de 5s se desarrollara mediante sus 5 pasos, que permiten encontrar un orden dentro de la organización y a su vez se establecerán propuestas de mejoras que permitan dar paso a las demás herramientas del Lean Manufacturing.

### 13.1 1'S Seiri (Clasificación)

Permite retirar del puesto de trabajo todo aquello que no es necesario para la labor cotidiana manteniendo cerca aquellos elementos que son indispensables para ejecutar las tareas y eliminando aquellas que no lo son:

En dicho orden se determinara inicialmente cuales son los elementos dentro de las áreas que sirven y que no sirven, y cuales son de mayor uso a menor uso para determinar su posición dentro del área de trabajo.

| <b>Selección y clasificación de elementos dentro de la organización</b> |                   |                     |   |
|---|-------------------|---------------------|---|
| <b>Área</b>   | <b>Necesarios</b> | <b>innecesarios</b> | <b>observaciones</b>                                    |
| Extracción de jugo  | Caña de azúcar    |                     | Como materia prima                                      |
|   | Burros            |                     | Facilidad para tomar la caña y trasportarla al trapiche |
|   | Trapiche          |                     | Herramienta esencial para la extracción del             |

|                                 |                         |                         |  |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|--|
|                                 |                         |                         | jugo   |
|                                 | Un tanque               |                         | Donde llega el jugo                                |
|                                 |                         | Recipientes plásticos   | Sin función  |
|                                 |                         | Palos de madera         | Sin función  |
| Limpieza de jugos y evaporación | Canasta de limpieza     |                         | Filtrar los desechos grandes del jugo              |
|                                 | 3 palas de madera       |                         | Para revolver y filtrar la cachaza en las calderas |
|                                 | Un balde de agua grande |                         | Mezclar en la primera caldera                      |
|                                 | Un balde pequeño        |                         | Transportar el agua                                |
|                                 | 3 conductos de plástico |                         | Transporta el jugo del tanque a las calderas       |
|                                 | 5 pailas                |                         | calderas   |
|                                 |                         | Recipientes de plástico | Sin uso  |
|                                 | Palos de madera         | Sin uso                 |  |
| Punteo y batido                 | 3 Palos de madera       |                         | Revolver para generar el punto                     |
|                                 | 5 bateas                |                         | Recipiente de transporte                           |
|                                 | Un soporte              |                         | Donde van las bateas                               |
| Moldeo                          | 1 batea                 |                         | Recipiente de transporte                           |
|                                 | 1 balde de agua         |                         | Humedecer la panela para el moldeo                 |
|                                 | 6 moldes                |                         | 2 de cada peso                                     |
|                                 | Sello                   |                         | De la empresa                                      |
|                                 |                         | mesa                    | Sin uso  |
|                                 | Silla                   | Sin uso                 |  |
| Empaque y almacenamiento        | Pistola selladora       |                         | Para el empaque de la panela                       |
|                                 | Papel de cartón         |                         | Empacar los atados                                 |

Tabla 8: Clasificación de elementos dentro de la organización.

De acuerdo a estas clasificaciones se pueden eliminar aquellos elementos que no tienen uso en las diferentes áreas de producción como los diferentes palos de madera que podrán ser utilizados como combustible del horno con el fin de reducir la falta de espacio y la seguridad de las personas, además de eliminar los recipientes de plástico.

Respecto a la silla y mesa de madera también podrá ser utilizada como combustible del horno puesto que se encuentra en muy malas condiciones.



Gráfica 19: Salón de limpieza de jugos y evaporación.

### **13.2 2'S Siton (Organizar)**

Permite ubicar las herramientas necesarias en un sitio estratégico para su buen uso y facilidad con el fin de que en cada momento de ser usadas se acomoden en su lugar correspondiente.

Para mantener un orden de los elementos utilizados en el área de producción será necesario tener en cuenta las siguientes condiciones que permitirán un mejor manejo visual sobre donde van las cosas y de qué forma.

#### **Área de extracción de jugo**

- Se determinara unas líneas de colores que indiquen el paso de descargue de los camiones con el fin de generar seguridad y posicionamiento.



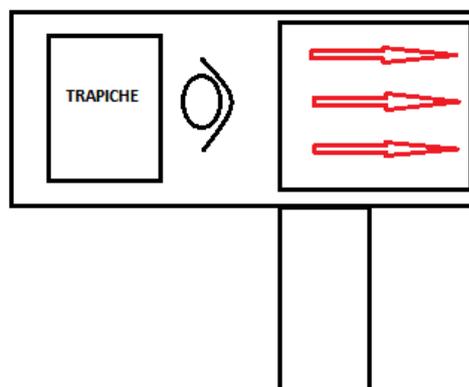


Gráfica 21: Zona de carga y descarga de la Molienda.

| GASTO ANUAL   |          |          |              |           |
|---|----------|----------|--------------|-----------|
|   | Cantidad | precio   | cantidad/año | Total año |
| Mont plast plástico transparente para cubrir 4 x 4 metros <sup>25</sup> | 3        | \$ 9.000 | 1            | \$27.000  |

Tabla 10: Costo anual de plástica para cubrir el suelo.

- Por otro lado, es recomendable que quien se encarga del trapiche cuente con un tipo de dispositivo o marca donde se ubique la caña de forma correcta para facilitar la carga y descarga al trapiche.



Gráfica 22: Marca para ubicar la caña correctamente.

<sup>25</sup> HOMECENTER. <<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/174132/Plastico-transparente-para-cubrir-4-x-4-metros->> [Consultado: 23 Junio de 2014]

| <b>GASTO ANUAL</b>                        |          |           |              |           |
|---|----------|-----------|--------------|-----------|
|   | Cantidad | precio    | cantidad/año | Total año |
| pintura a base de aceite bronco 1/4 galón | 1        | \$ 13.100 | 1            | \$ 13.100 |

Tabla 11: Gasto anual de la pintura base para marcar el suelo.

### Retribución

Respecto a los tiempos tomados al eliminar el tiempo donde el pasador acomoda la caña para luego ser pasada por el trapiche, se encuentra que por cada 2,6311 minutos que se demora toda la labor de caña en la extracción de jugo, se estaría ahorrando 0,0444 minutos perteneciente a acomodar la caña para el trapiche, que al establecer un periodo de 4 horas en la labor de molienda se encuentra una reducción de 4,054 minutos al día lo que indica

$$\frac{240 \text{ min}}{2,6311 \text{ min}} = 91,22 \text{ veces} \times (2,6311 - 0,0444) \text{ min} = 235,95 \text{ min}$$

$$240 \text{ min} - 235,95 \text{ min} = 4,05$$

$$\frac{4,05 \text{ min/día}}{2,688 \text{ min/paca}} = 1,51 \text{ pacas/día}$$

Lo cual se resumen a una ganancia dada por

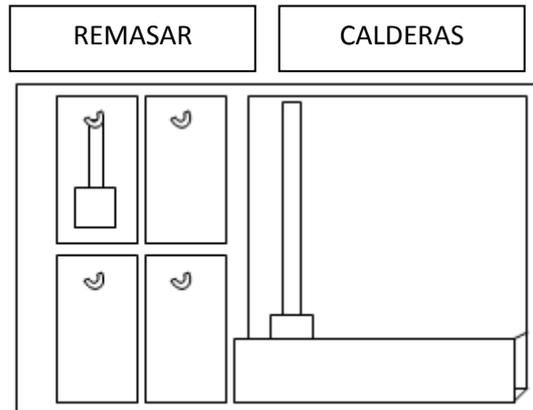
$$\frac{1,51 \text{ pacas}}{\text{día}} \times \frac{240 \text{ día}}{1 \text{ año}} \times \frac{\$36000}{\text{pacas}} = \$13017857/\text{año}$$

| <b>GASTO ANUAL</b>                        |          |          |              |               |
|---|----------|----------|--------------|---------------|
|   | Cantidad | precio   | cantidad/año | Total año     |
| pintura a base de aceite bronco 1/4 galón | 1        | \$13.100 | 1            | \$ 13.100     |
| Retribución                               |          |          |              | \$ 13.017.857 |

Tabla 12: Retribución de la pintura para marcar el suelo.

### Área de limpieza de jugos, evaporación, punteo y batido

- En el área de calderas se deberá implementar un sitio específico donde se guarden los palos con que se revuelve el jugo y con que se remasa la panela con el fin de mantener un orden y despeje del sector.

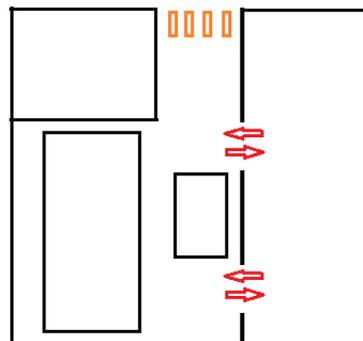


Gráfica 23: Ubicación de palos con que se revuelve el jugo.

| <b>GASTO ANUAL</b>          |          |           |              |           |
|-----------------------------|----------|-----------|--------------|-----------|
|                             | Cantidad | precio    | cantidad/año | Total año |
| Estantería para implementos | 1        | \$ 60.000 | 1            | \$ 60.000 |

Tabla 13: Gasto anual de la estantería para implementos.

- Es aconsejable generar marca de cebras en la entrada al área de calderas, y al entrar al área de moldeo realizar una señal donde por una puerta entren las bateas con la panela y por otro donde entre y salga personal con el fin de no generar tropiezos.



Gráfica 24: Marca de cebras en la entrada al área de calderas.

Para dichas señales se utilizará parte de la pintura establecida para las marcas de acomodación de la caña en el trapiche.

### 13.3 3´S Seiso (Limpieza)

Permite incentivar la actividad de limpieza dentro del área de trabajo conservando de dicha forma la clasificación y orden de los elementos que se establecieron anteriormente.

Para el mantenimiento de un buen lugar de trabajo higiénico y en relación a las normativas de sanidad es necesario y de fácil acceso realizaron cronograma que ayude en el orden y especificaciones de limpieza que cada uno de los trabajadores debe tener como requerimiento.

Las áreas principales en las cual se centrara la tarea serán reflejadas en el área de extracción de jugo, donde se ubican las caldera y el área de moldeo.

**Área:** extracción de jugos

Propósito: para una zona propensa al polvo se desea mantener un área más despejada y limpia, tratando un mantenimiento físico del trapiche y los canales de transporte de jugo hasta la reducción de dicho polvo y evitar posibles accidentes.

#### Cronograma

- Después de llevar a cabo cada actividad en el transcurso del día se dispondrá de los trabajadores de dichas zonas para la limpieza de suelo donde se puso la caña antes de ser molida, con el fin de evitar acumulación de tierra y un lugar propenso a los insectos.



Gráfica 25: Zona donde se debe evitar acumulación de tierra e insectos.

### Utensilios de limpieza y seguridad:

#### Limpieza

- 2 escobas
- 2 recogedores
- 1 manguera

#### Seguridad

- Tapabocas
- Guantes

- Para la limpieza del canal por donde se traslada el jugo de la caña se tendrá en cuenta el cambio de material para evitar moho y otro tipo de suciedades provocada por los insectos, sin embargo se deberá hacer un lavado diario al inicio y final del día con agua a presión para quitar dichas impurezas.



Gráfica 26: Canal donde pasa el jugo de la caña de azúcar.

### Utensilios de limpieza y seguridad:

#### Limpieza

- 1 manguera

#### Seguridad

- Guantes
- Tapabocas

- Respecto al trapiche será necesario en los tiempos de espera por capacidad del tanque que se realice una limpieza alrededor de este con el fin de liberar el espacio de bagazo en dicha zona y evitar un posible accidente y genere mayor movilidad en la labor.
  - Gráfica 26: Canal donde pasa el jugo de la caña de azúcar.
  - Gráfica 26: Canal donde pasa el jugo de la caña de azúcar.



Gráfica 27: Trapiche de la Molienda.

### **Utensilios de limpieza y seguridad:**

#### Limpieza

- escoba
- recogedor

#### **Área:** calderas.

**Propósito:** al ser una zona fundamental para generar un excelente producto final, se debe mantener un espacio en buenas condiciones con un programa de cuidados especiales.

- En la zona del tanque quien recibe el jugo de la caña, deberá ser limpiado cada 3 pases a calderas, con el fin de eliminar constantemente las impurezas como lodo, hojas, que quedan por gravedad en el fondo de este, evitando cualquier acumulación de organismos contaminantes en las paredes.



Gráfica 28: Tanque para limpieza de jugo.

### Utensilios de limpieza y seguridad:

#### Limpieza

- 1 manguera
- 1 escoba

#### Seguridad

- Guantes

- Para las calderas y gaveras es necesario implementar un modelo donde las personas deberán encargarse de su limpieza al iniciar su jornada con el fin de que al día siguiente se encuentren los utensilios en buenas condiciones y fuera del alcance de contaminante por parte de insectos, esto se realizará en dicho momento ya que el tanque está en condiciones de llenado y dará tiempo para dicha labor.



Gráfica 29: Zona donde secan la miel obtenida para la elaboración de panela.

### Utensilios de limpieza y seguridad:

#### Limpieza

- 1 manguera
- Trapos
- Trapeador
- Jabón
- Esponja

#### Seguridad

- Guantes

**Área:** zona de moldeo.

**Propósito:** generar un ambiente de producto final fuera de impurezas, puesto que es lugar donde se desarrolla el producto que será entregado al vendedor.

- Como se pudo evidencia el techo es en palos cubierto por material costal, lo cual impide su fácil limpieza y además permite la entrada de

animales pequeños o aserrín que contaminan el producto final, se puede colocar un cielo raso de teja plástica para generar buena iluminación e higiene (se cuenta con 90 m2 para la sección de moldeo)

- Las paredes deberán ser limpiadas con frecuencia puesto que el dulce de la panela acumula insectos que pueden afectar la calidad de la panela.
- Se deberá hacer limpieza general diaria en dicha área después de entregado el producto a el área de almacenamiento, con el fin de eliminar posibles impurezas en la labor del día siguiente.
- Los moldeas también deberán ser lavados con agua y jabón al finalizar el día al igual que los implementos que sean necesarios para moldear la panela.



Gráfica 30: Zona donde moldean y empaican la panela.

### Utensilios de limpieza y seguridad:

#### Limpieza

- 1 manguera
- Escoba
- jabón
- esponja

#### Seguridad

- Guantes

| <b>GASTO</b>           |           |           |              |           |
|------------------------|-----------|-----------|--------------|-----------|
|                        | cantidad  | Precio    | cantidad/año | total año |
| Escoba                 | 4         | \$ 5.000  | 2            | \$ 40.000 |
| Recojedor              | 2         | \$ 4.000  | 1            | \$ 8.000  |
| Manguera <sup>27</sup> | 2         | \$ 31.900 | 1            | \$ 63.800 |
| Tapabocas              | 1 paquete | \$ 7.500  | 6            | \$ 45.000 |

<sup>27</sup> HOMECENTER<<http://www.homecenter.com.co/homecenterco/product/146160/Manguera-12-pulgada-x-20-metros-negroazul?color=&passedNavAction=push>> [Consultado: 23 Junio de 2014]

|              |    |           |    |            |
|--------------|----|-----------|----|------------|
| Guantes      | 13 | \$ 3.000  | 3  | \$ 117.000 |
| Trapo        | 2  | \$ 3.000  | 4  | \$ 24.000  |
| Trapeador    | 1  | \$ 5.000  | 2  | \$ 10.000  |
| Jabón        | 1  | \$ 10.000 | 12 | \$ 120.000 |
| Esponja      | 2  | \$ 2.000  | 12 | \$ 48.000  |
| <b>TOTAL</b> |    |           |    | \$ 475.800 |

Tabla 14: Gasto de utensilios de limpieza y seguridad.

| Inversión                                       |    |           |  |              |
|---|----|-----------|--|--------------|
| Teja #5 92 x 152 cm<br>pvc marfil <sup>28</sup> | 65 | \$ 15.900 |  | \$ 1.033.500 |

Tabla 15: Inversión teja para proteger techo.

#### 13.4 4'S Seiketsu (Estandarizar)

Se pretende mantener de una forma estandarizada las actividades que anteriormente se han nombrado es por ello que se deberá establecer responsabilidades en cada área con el fin de mantener un cumplimiento de dichas actividades y a su vez su funcionamiento.

| Área                            | Número de personas | Actividad   |
|---------------------------------|--------------------|---|
| Extracción de jugos             | 4                  | Limpieza del canal (1 persona)<br>Limpieza de trapiche (1 persona)<br>Limpieza de área (2 personas) |
| Limpieza de jugos y evaporación | 3                  | Limpieza del tanque (1 persona)<br>Limpieza calderas y bateas (4 personas)                          |
| Punteo y batido                 | 3                  | Limpieza de área (1 persona)  |
| Moldeo                          | 1                  | Limpieza área (3 personas)  |
| Empaque y almacenamiento        | 2                  |   |

Tabla 16: Actividades estandarizadas de cada área.

<sup>28</sup> HOMECENTER< <http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/21429/Teja-?passedNavAction=#5-92-x-152-cm-pvc-marfil>> [Consultado: 23 Junio de 2014]

Se asumirá que cada integrante se hará responsable de sus utensilios de trabajo tanto de su mantenimiento como su lugar estratégico a ubicar.

De esta forma se encontrara una colaboración por parte de todos los trabajadores en sus respectivas áreas conservando y generando un producto de mayor calidad y a su vez un desplazamiento fácil para encontrar sus herramientas en puntos estratégicos reduciendo tiempo e impidiendo posibles accidentes.

**Área:** general.

Propósito: con el fin de crear una mejor calidad en el producto y cumplir con las normas de inocuidad alimentaria es necesario utilizar los adecuados elementos de protección dentro del proceso productivo.

Según la resolución 779 del 2006 Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para consumo humano se establece un estado mínimo de requisitos frente a los implementos que las personas trabajadores en dichas labores deben contener:

- Los operarios deben tener uniformes limpios y en buen estado.
- Lavarse las manos con agua y jabón y mantener las uñas cortas, limpias y sin esmalte.
- No usar joyas, ni comer, ni fumar o beber en las áreas de proceso de la panela.

Adicionalmente se propone un uniforme con las siguientes características:

- Delantal blanco.
- Tapabocas.
- Red para cubrir el cabello.
- Botas plásticas.



Gráfico 31: Elementos básicos de protección para el personal.

| <b>GASTO ANUALES</b>          |          |           |              |                   |
|-------------------------------|----------|-----------|--------------|-------------------|
|                               | cantidad | precio    | cantidad/año | total año         |
| Delantal blanco <sup>27</sup> | 13       | \$ 11.950 | 1            | \$ 155.350        |
| Red de cabello                | 13       | \$ 500    | 12           | \$ 78.000         |
| Botas plásticas <sup>28</sup> | 13       | \$ 42.900 | 1            | \$ 557.700        |
| <b>Total</b>                  |          |           |              | <b>\$ 791.050</b> |

Tabla 17: Gastos anuales de uniforme.

### 13.5 5´S Shitsuke (Disciplina)

Con esta técnica se logra que las personas posean un hábito de respetar y utilizar correctamente las técnicas establecidas anteriormente, teniendo un control y concientización de las actitudes que se adquieren día a día en su labor.

Para llevar a cabo una disciplina con el personal de la empresa se seguirán los siguientes pasos que permitirán el seguimiento de dichas técnicas:

<sup>27</sup> MAKROVIRTUAL < <http://www.makrovirtual.com/cumara/index.php/delantal-multiproyectos-tipo-industrial-blanco.html> > [Consultado: 23 Junio de 2014]

<sup>28</sup> MECADO LIBRE. <[http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-411785560-botas-plasticas-pvc-impermeables-croydon-dotacion-medellin-\\_JM](http://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-411785560-botas-plasticas-pvc-impermeables-croydon-dotacion-medellin-_JM)> [Consultado: 23 Junio de 2014]

1. Inicialmente se capacitara a las personas y se realizara un dialogo donde se explicaran todos los beneficios y procedimientos a seguir en la empresa para un lugar mejor y fuera de riesgos.
2. A continuación, se delegaran las funciones a cumplir de cada trabajador.
3. Como seguimiento para el cumplimiento de dichas labores se realizara una supervisión por tiempos con el fin de comprobar que dichas actitudes se estén cumpliendo.
4. Para aquellas personas que no tengan la disponibilidad de seguir las indicaciones se hará un llamado de atención y deberá recibir una charla con el supervisor para la concientización de dichos riesgos y beneficios para todos los hechos de cumplir dichas funciones.
5. Al finalizar el día de trabajo, se hará una revisión del área de trabajo y no podrán irse si no se ha generado un espacio limpio y con las especificaciones que se señalaron.
6. También se implementará tarjetas de colores ubicadas en aquellos lugares donde no se esté cumpliendo el orden o limpieza y también en donde sí se esté llevando a cabo con el fin que las personas encargadas de dicho sitio se den cuenta de cómo van actuando.
7. Se desarrollaran charlas con dicho supervisor dadas quincenalmente con el fin de ver como se está llevando a cabo dichas técnicas y cuáles serán las soluciones para no volver a encontrar dichas faltas.

Con estos pasos se pretende en un inicio que las personas se concienticen de lo que hacen y al ser actividades tan repetitivas se conviertan en un hábito con el fin de eliminar esa imagen de supervisor y formar un espacio ordenado, limpio y seguro

#### **14. SMED (Cambio de Herramienta en un solo digito de minuto- Single-Minute Exchange of Die)**

Teniendo como finalidad utilizar la teoría y técnicas del SMED para realizar las operaciones de cambios de trabajo en menos de diez minutos; Aunque no cada cambio de trabajo en particular pueda literalmente completarse en menos de diez minutos son usualmente posibles dramáticas reducciones de tiempo, y no solo se hablara de cambio de herramientas sino de todo tipo de problema considerado como desperdicio en la Molienda de Panela “La Reina”.

Primero se realizara un estudio de tiempos para conocer el estándar actual y poder tener una idea de en cuanto se podría reducir este estándar después de aplicar la técnica de SMED, cuantificando de esta manera uno de los beneficios de esta. El estudio de tiempos esta expresado en el Anexo 1 del presente trabajo, el cual se realizo por medio de la observación de los procesos y procedimientos, tomando los tiempos, áreas y volúmenes respectivos con cronometro, metro, calculadora y regla. Los cuellos de botella identificados en la Molienda

de panela “La Reina” son las calderas, deduciendo esto a partir del estudio de tiempo (Ver Anexo 1)

Con la necesidad de flexibilidad para responder a las necesidades del cliente con los recursos que tiene la empresa en este momento (espacio, capital, equipos), se espera con la más alta eficiencia y calidad, en el menor tiempo la satisfacción de los clientes.

A continuación se mostraran las actividades descritas en los desperdicios encontrados en la Molienda de panela “La Reina”, con sus respectivas propuestas de mejora entre paréntesis:

1. La descarga de la caña de Azúcar de la Volqueta.  
(ZONAS DE DESCARGA)
2. Para seguir moliendo caña es necesario que el tanque esta vacio.  
(PRELIMPIADOR)
3. La persona encargada de la Caldera 1, debe esperar en el momento de descarga y llenado de guarapo.  
(PRELIMPIADOR)
4. Esperar el paso del guarapo de Caldera a Caldera de la 1 a la 5, por las meladoras y el punteador.  
(ESTABLECER UNA TEMPERATURA)
5. Tiempo de preparación del Trapiche.  
(HACERLO AL FINAL DEL DÍA)
6. Tiempos de cambio entre caldera a caldera demasiado largos.  
(TERMOMETRO)
7. Adiestramiento polivalente de operarios.  
(CAPACITAR PERSONAS CON LAS CONDICIONES QUE PIDEN EL CLIENTE DE CALIDAD, POR EJEMPLO LOS DE MOLDEO, CAMBIO DE HERRAMIENTAS, AJUSTES A MÁQUINAS)
8. Cuando los paneleros le llevan la miel de la panela ya seca al pasador, la pasan a otra batea.  
(CAMBIAR DE BATEA)
9. Hay dos meladoras que hacen la misma función, desperdician miel pasando de una a otra sin hacer ningún cambio ni añadiendo valor al producto.  
(UTILIZAR SOLO UNA MELADORA)
10. En la zona donde se encuentra el Trapiche, hay caña de hasta dos días anteriores.

(INVENTARIO FIFO Y EMPEZANDO EN UNA DIRECCION ESPECIFICA A GASTAR LA CAÑA)

Tomando en consideración que el tiempo estimable utilizado para realizar un cambio de trabajo en el Trapiche es mayor a cuatro horas, valor obtenido por observación previa a la realización del estudio y con base en la información suministrada por los operarios de la Molienda, se recomienda según lo tabulado que el número de tomas de tiempo sea por lo menos de diez. (Ver Anexo 1)

**PRIMERA ETAPA:** Separación de las preparaciones internas y externas.

1. Preparación interna: Incluye todas las tareas que solo pueden hacerse estando la máquina parada.
2. Preparación externa: Esta clase de preparación incluye las tareas que pueden hacerse con la máquina en funcionamiento.

Máquina de la Molienda: Trapiche Gaitán 18x24.

| Actividades Internas   | Actividades externas  |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para seguir moliendo caña es necesario que el tanque esta vacio.</li> <li>2. Tiempo de preparación del Trapiche (limpieza, transporte de repuestos, ajuste de máquina).</li> <li>3. Se debe esperar en el momento de descarga y llenado de guarapo.</li> <li>4. Esperar el paso del guarapo de Caldera a Caldera de la 1 a la 5, por las meladoras y el punteador.</li> <li>5. Tiempos de cambio entre caldera a caldera demasiado largos.</li> <li>6. Adiestramiento polivalente de operarios.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El Repasador debe esperar a que la caña baje del trapiche para volverla a meter y así exprimirle todo su bagazo.</li> <li>2. Cuando los paneleros le llevan la miel de la panela ya seca al pasador, la pasan a otra batea.</li> <li>3. Hay dos meladoras que hacen la misma función, desperdician miel pasando de una a otra sin hacer ningún cambio ni añadiendo valor al producto.</li> <li>4. En la zona donde se encuentra el Trapiche, hay caña de hasta dos días anteriores.</li> <li>5. La descarga de la caña de Azúcar de la Volqueta.</li> </ol> |

Tabla 18: Clasificación de actividades internas y externas del proceso en la Molienda.

## **SEGUNDA ETAPA:** Convertir la preparación interna en externa

La conversión de la preparación interna en externa es fundamental para lograr la reducción drástica de los tiempos de preparación de maquinaria en cambios de trabajo. Con la aplicación de la técnica de SMED se esperan mejoras al convertir actividades de preparación interna tales como limpieza, transporte de repuestos, ajuste de máquina en actividades ejecutadas en preparación externa:

- Para seguir moliendo caña es necesario que el tanque esta vacio.
- La persona encargada de la Caldera 1, debe esperar en el momento de descarga y llenado de guarapo.

La propuesta para combatir estos dos problemas que generan desperdicios, es que la empresa invierta en un tanque prelimpiador. La idea es que la limpieza del jugo de la caña de azúcar que se debe preparar para pasar a las calderas no se haga manual, sino que el propio tanque lo haga. Se propone además, comprar un prelimpiador de igual tamaño similar al tanque actual para aprovechar al máximo la capacidad del trapiche y no hayan problemas de pérdidas de tiempo al esperar que el tanque se vacíe a las calderas o esperando que se limpien las impurezas del jugo.

El prelimpiador es un tanque de sección rectangular en la parte superior, cuyo perfil longitudinal tiene forma triangular o de cuña y provisto de paredes internas cuya función es retener las impurezas que flotan. Su funcionamiento es muy sencillo, pues el jugo para directamente del molino al prelimpiador y las impurezas más pesadas como arena, barro y lodos se van al fondo; el bagacillo y otros residuos livianos flotan y forman un colchón. El jugo limpio circula por medio de estas dos capas y pasa por debajo de la tabla retenedora de impurezas hasta alcanzar el orificio de salida.

El equipo fue diseñado por el CIMPA<sup>31</sup> (Convenio ICA-HOLANDA de Investigación y Divulgación para el Mejoramiento de la Industria Panelera – Colombia), como respuesta a la necesidad de mejorar la calidad de la panela y facilitar las labores de clarificación. Surgió entonces la idea de convertir los tradicionales pozuelos en medios filtrantes eficaces.

Las dimensiones que se proponen implementar en este tanque prelimpiador serán el doble de las propuestas por la CIMPA, con el fin de tener mayor capacidad y alcanzar la proporción del tanque actual donde se deposita el jugo en crudo, generando una semejanza mientras las calderas finalizan su proceso de elaboración de miel para panela, el prelimpiador podrá ir haciendo su labor.

---

<sup>31</sup> Tecnología para la Industria Alimentaria. <<http://cimpa.com.co/sitio/>>

La propuesta para el material del tanque prelimpiador es en plástico y no en acero ya que tienen desventajas del peso y los riesgos de fugas y corrosión. El plástico beneficia con respecto a la corrosión, ligereza, resistencia a impactos, flexibilidad geométrica, haciendo que prime la higiene en la elaboración de la panela ya que se puede observar mejor las impurezas.

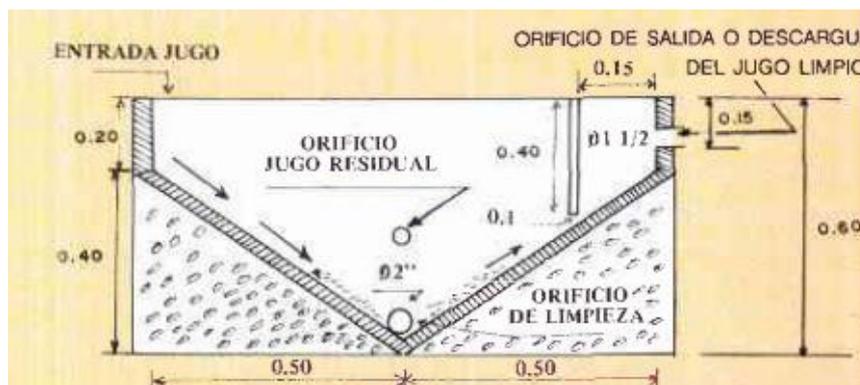
Requisito de usos especiales: La tabla retenedora de impurezas no debe moverse de su sitio. Con una tabla se cubre la parte superior del prelimpiador para evitar la caída de bagazo y residuos del molino. Durante el uso del prelimpiador, el orificio de salida debe estar bien cerrado.

Vida útil: Diez años.

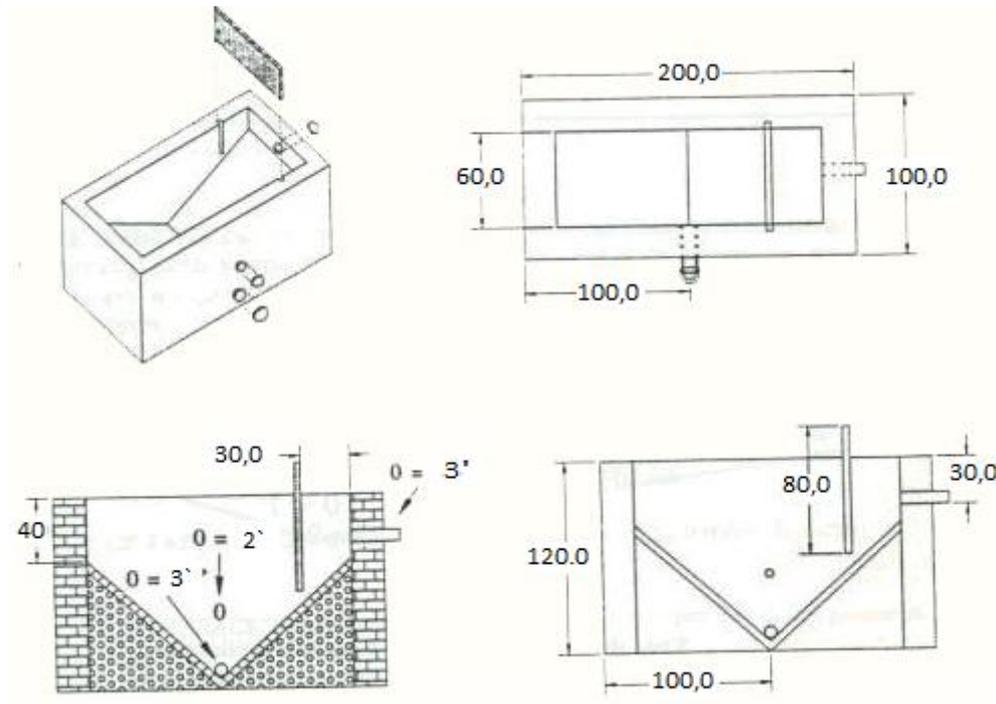
Mantenimiento: Durante la molienda las impurezas que flotan se deben retirar varias veces al día y este material puede pasarse nuevamente por el molino, con el fin de recuperar parte del jugo retenido.

Cada vez que se haga esta operación se puede añadir dos cucharadas de cal para disminuir los riesgos de fermentación de los jugos. Al finalizar la molienda, las partes internas del prelimpiador se deben rociar con una lechada de cal para evitar el deterioro del prelimpiador por acción de la fermentación de los residuos.

Costos de fabricación: \$800.000



Gráfica 32: Prelimpiador propuesto por la CIMPA.



Gráfica 33: Prelimpiador propuesto para el proyecto.

### Costos asociados

No será necesaria la contratación de un operario encargado de la limpieza del Jugo crudo puesto que el prelimpiador generara dicha funcionalidad, limpieza y mantenimiento necesario serán asignados al personal del trapiche

Costo por persona encargará de la limpieza del jugo crudo:

$$\text{costo personal: } \left( \frac{90 \text{ pacas}}{\text{dia}} - \frac{7 \text{ pacas defectuosas}}{\text{dia}} \right) * \frac{\$250}{\text{paca}} = \frac{\$20750}{\text{dia}}$$

Lo que implica un total al mes de ahorro de \$415000

### Costos asociados al prelimpiador:

Costo del prelimpiador: \$800000

Costo cal para limpieza: \$36580 semanal (bulto de 10 Kg x 5 bultos a la semana)<sup>32</sup>

Además se encontrara una eficiencia en la rapidez del proceso puesto que las impurezas disminuirán y se podrá producir mayor cantidad de

<sup>32</sup> ALAMACÉN CANAIMA. [http://www.almacencanaima.com/producto-detalles-id-952-nombre-cal\\_hidratada\\_x\\_10\\_kls.htm](http://www.almacencanaima.com/producto-detalles-id-952-nombre-cal_hidratada_x_10_kls.htm)

pacas, sin embargo, en el estudio no se tendrá en cuenta dicho ahorro debido a las dificultades de medición de eficiencia de dicho Prelimpiador.

|              | <b>Inversión</b> | <b>Gastos anuales</b> | <b>Retribución anual</b> |
|--------------|------------------|-----------------------|--------------------------|
| Prelimpiador | \$ 800000        | \$ 1.755.840          |                          |
| Mano de obra |                  |                       | \$ 4.980.000             |

Tabla 19: Retribución anual de invertir en un prelimpiador.

- Tiempo de preparación del Trapiche.

La propuesta de solución para este problema de pérdida de tiempo al empezar el día de trabajo, es que esta preparación se realice en la tarde cuando terminan de pasar la caña programada para el día las personas que manejen el trapiche. La idea es que si surge algún inconveniente de daño, o compra de repuestas lo puedan hacer esa misma tarde y no tener que retrasar la producción el día siguiente. Se aconseja igualmente tener los repuestos que son más difíciles de obtener guardados en la empresa, tener pernos y aceite de repuesto para el mantenimiento preventivo y regular del trapiche.

- Esperar el paso del guarapo de Caldera a Caldera de la 1 a la 5, por las meladoras y el punteador.
- Tiempos de cambio entre caldera a caldera demasiado largos.

La propuesta de solución para estos dos inconvenientes es establecer la temperatura con un termómetro, este puede ayudar a establecer una temperatura y mejorar el paso del jugo de la caña por las calderas, ya que esto hace parte de un cuello de botella por su demora. Si la temperatura esta a punto, este jugo puede llevar su proceso y finalizarlo sin tanto tiempo de preparación.

### **Termómetro digital con sonda de 50cms<sup>33</sup>:**

---

<sup>33</sup> Mercado Libre. Termómetro digital con sonda de 50 centímetros. Precios. <<http://listado.mercadolibre.com.co/termometro-digital-con-sonda-de-50-cms>> [Consultado, 23 de agosto de 2014]



Gráfica 34: Termómetro digital con sonda.

A prueba de agua IP67 (WATERPROOF)  
Rango de Temperatura: -10+110°C/-50+230°F  
Resolución: 0.1°C / 0.1°F  
Precisión:  $\pm 1^\circ\text{C}$  /  $1^\circ\text{F}$   
Selección °C / °F  
Dimensiones LCD: 45x96mm  
Dimensiones: 122x85x30mm  
Probador en acero inoxidable  
Largo del probador: 500mm  
Largo del cable: 1500mm  
Largo del mango: 65mm  
Dispositivo para montar en pared  
Manual de instrucciones  
Batería 4x"AAA"  
Peso: 80g  
Empaque individual en caja plana

Precio: 39800

Si se mantiene un promedio de temperatura durante el proceso el rendimiento aumentara, puesto que se estandarizara la producción como se indica en las buenas prácticas agrícolas y manufactureras para la caña y panela.

“La eficiencia térmica de la hornilla, y su efecto sobre los jugos, se cuentan dentro del conjunto de factores que influyen en la calidad de la panela. Cuando los jugos alcanzan un contenido de sólidos solubles cercano a 70° Brix adquieren el nombre de mieles, y se inicia la concentración. La evaporación del agua contenida en los jugos por calentamiento a 96° C permite alcanzar la concentración de sólidos apropiada para la consolidación y el moldeo de la panela entre 120 y

125° C. La eficiencia térmica de la hornilla tiene su repercusión en la calidad final del producto<sup>34</sup>

Por tanto, se podría alcanzar una mejor calidad en la panela generando impacto en nuevos clientes que considerando como mínimo 1 al año se obtiene una repercusión en un cliente que pedirá como mínimo 10 pacas por semana.

$$\frac{10 \text{ pacas}}{\text{semana}} * \frac{4 \text{ semana}}{1 \text{ mes}} * \frac{\$36000}{1 \text{ paca}} = \$1440000/\text{mes}$$

|            | <b>Inversión</b> | <b>Retribución anual</b> |
|------------|------------------|--------------------------|
| Termómetro | \$ 39.800        | \$ 17.280.000            |

Tabla 20: Retribución anual de invertir en un termómetro.

- Adiestramiento polivalente de operarios.

La propuesta de mejora para este tipo de dificultad es que la propia empresa capacite a los empleados en el uso de las herramientas y maquinas por el tipo de actividad económica que se realiza, además es innecesario contar con personal con experiencia o profesional, por lo que se opta por capacitar para brindar un producto con la mejor calidad, cero accidentes de trabajo y una excelente satisfacción al cliente.

### **Tipo de Operarios**

En términos de la mano de obra se hace necesario contar con personal capacitado en cada uno de los procesos, con la finalidad de prestar el mejor de los servicios al cliente proporcionándole la mayor satisfacción posible.

#### **1. Mano de obra especializada o calificada**

Teniendo en cuenta el proceso se determina que la mano de obra puede ser calificada con experiencia en este sector de la panela, pero también puede no tener experiencia garantizando la debida capacitación debido al peligro de las operaciones, ya que en una parte del proceso (calderas, horneras, meladoras, bateas) se manejan altas temperaturas que pueden ser perjudiciales para la salud y motivo de accidentes laborales.

---

<sup>34</sup> El proveedor propuesto es CIMPA, distribuidor e importador directo de Insumos y Tecnología para la industria alimentaria. Llevan 18 años de liderazgo en el mercado, dedicado a promover el desarrollo del sector alimentario colombiano. <<http://cimpa.com.co/sitio/>> [Consultado, 6 de junio de 2014]

## **2. Mano de obra semicalificada o técnica**

Como mano semicalificada se requiere operarios en el área de trapiche y de moldeo, con cierto nivel de experiencia en manejar este tipo de maquinaria, y sabiendo cómo hacer los moldes ya que este determina la calidad final del producto.

## **3. Mano de obra no calificada.**

Como mano de obra no califica se clasificaran aquellas actividades en las que no se requiere de un nivel de tecnicismo para la realización de las diferentes tareas Debido a que estas tareas se pueden reforzar con un proceso de capacitación. Estas actividades dentro del proceso pueden ser el empaque en bolsas de polipropileno, y en las bolsas de cartón y las actividades de almacenamiento y carga en los burros de madera.

Son muy importantes reuniones de apertura antes de comenzar con la aplicación de la técnica de estudio de tiempos y la implantación del SMED, constituyeron la base fundamental para concientizar al personal involucrado, como factor clave en la consecución de los objetivos deseados.

El costo para la implantación del Sistema SMED es:

Compra termómetro: \$39800

Compra tanque prelimpiador x 2: \$800 000

## **15. KANBAN**

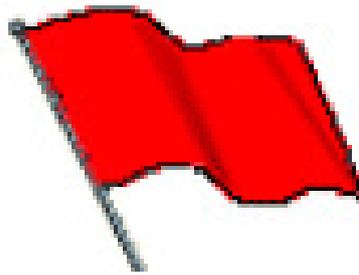
KANBAN significa entre otras cosas “poster” o “señal”. Generalmente se asocia a una tarjeta que se utiliza como señal de comunicación entre puestos de trabajo que advierte de una necesidad de fabricación o transporte.

Se propone aplicar KANBAN, empezando para tener claro cuando el cliente empuja un pedido y cuál es el respectivo, para informar a todos los operarios la naturaleza del mismo, con el fin de transmitir las necesidades al proceso siguiente.

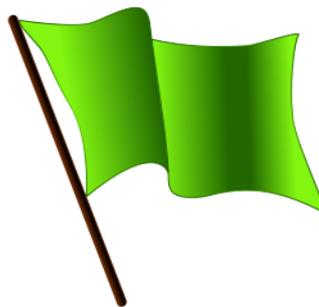
El tipo de KANBAN que se propone usar es para autorizar a fabricar, alerta de que el trapiche puede seguir produciendo por el tanque prelimpiador está listo y las calderas preparadas para otra ceba de jugo de caña de azúcar.

El tipo de KANBAN por diseño que se propone emplear es por señal. La señal propuesta es una bandera, de dos colores, los cuales equivalen al rojo y verde

Rojo: Significa que el trapiche aún no debe continuar moliendo caña ya que el tanque aún tiene jugo o que las calderas no han terminado de pasar el jugo hasta convertirse en miel.



Verde: Señal que muestra que se puede continuar moliendo la caña en el trapiche.



El objetivo es determinar la parada, o la continuidad del trabajo del trapiche ya que en muchas ocasiones, con los análisis se descubrió que el trapiche tenía que parar su trabajo porque el tanque estaba lleno y no se podía disponer de más jugo de caña de azúcar o porque las calderas aun no habían terminado su trabajo.

La forma más común del KANBAN es en tarjeta. Y aunque estas tienen muchas ventajas por contener los datos exactos de la fabricación, cantidad, tiempo: decidimos no proponerlas por el tipo de actividad de la empresa (elaboración de panela), ya que estas tarjetas correrían el riesgo de perderse, ensuciarse y en el peor de los casos dañarse.

Costo Técnica: inversión Banderas x 2= \$ 12.000

## **16. TPM (Mantenimiento Productivo Total)**

Sistema destinado a lograr la eliminación de las seis grandes pérdidas de los equipos, a los efectos de poder hacer factible la producción “Just in Time”, en la cual prima la eliminación sistemática de desperdicios, tiempos muertos o paro del sistema productivo, funcionamiento a velocidad inferior a la capacidad de los equipos y productos defectuosos o malfuncionamiento de las operaciones en un equipo.

La limpieza se convierte en inspección, con esta descubren anomalías (cosas para mejorar o restaurar), las cuales si se mejoran tiene efectos positivos. Se hace con motivación en el puesto de trabajo, asignar líderes y generando orgullo en el trabajo, con cambio en la actitud y conductas y así logrando las metas de cero defectos y averías y mejorando el puesto de trabajo. Esta técnica exige el involucramiento de todos, desde la alta dirección hasta los operarios.

Para la propuesta de un mantenimiento productivo total se hará sobre la maquinaria utilizada que en este caso hace referencia al trapiche puesto que es el equipo principal que permite el inicio de la producción de panela y es de gran importancia su cuidado y mantenimiento puesto que represente el inicio y composición de la materia prima principal.

Para iniciar con un planteamiento de TPM se debe empezar con un mantenimiento autónomo puesto que representa el óptimo de las condiciones para prevenir las pérdidas en dicho equipo.

Inicialmente, el operario encargado de la molienda de caña se encargara de recibir una capacitación que permita entender el funcionamiento y los cuidados necesarios que debe tener el trapiche, empezando por limpiar e inspeccionar el mismo.

Para llevar a cabo este proceso se llevara una práctica de mantenimiento en donde:

- Se conservara siempre limpia la maquinaria retirando el bagazo sobrante.
- Al finalizar la labor del día verificar que todas las tuercas y tornillos estén bien ajustados.
- Verificar que las uniones de la banda plana estén en buen estado.
- Tensionar adecuadamente la banda.
- Ajustas las mazas y lavar esta y demás piezas que han tenido contacto con el juego con lechada de cal (esta labor se podrá hacer dos veces a la semana).
- Se deberán lubricar los engranajes con Valvulina Sae 150.
- Se deberán lubricar las chumaceras con Sae 50.

Para garantizar dicha revisión se realizara un cronograma de actividades que deberá ser firmado por la persona encargada del trapiche.

| <b>Actividades</b>            | <b>Lunes</b> | <b>Martes</b> | <b>Miércoles</b> | <b>Jueves</b> | <b>Viernes</b> |
|-------------------------------|--------------|---------------|------------------|---------------|----------------|
| Limpieza de la maquina        |              |               |                  |               |                |
| Ajuste de tuercas y tornillos |              |               |                  |               |                |
| Uniones banda plana           |              |               |                  |               |                |
| Tensión banda                 |              |               |                  |               |                |
| Lavado de piezas con cal      |              |               |                  |               |                |
| Lubricación engranajes        |              |               |                  |               |                |
| Lubricación chumaceras        |              |               |                  |               |                |
| observaciones                 |              |               |                  |               |                |

Tabla 21: Cronograma de actividades del operario.

La secretaria deberá disponer de dicho formato con el fin de revisar diariamente las observaciones propuestas por el trabajador con el fin de garantizar la solución inmediata de un problema con un mecánico.

Dentro del TPM se pueden encontrar 7 perdidas que puede generar en los equipos las cuales consisten en:

1. Averías.
2. Falta de materiales.
3. Preparaciones de máquinas (cambios de referencia).
4. Bajo rendimiento tras puesta en marcha de la máquina.
5. Interferencias o Microparadas.
6. Velocidad reducida (Tiempo de Ciclo bajo).
7. Chatarras y Reprocesos.

Donde se resumen para las 4 primeras pérdidas como causante de la disponibilidad real de la maquinaria, las dos siguientes en la eficiencia y la última como efecto en la calidad del producto.

Para ello se calculará el índice de OEE (overall equipment efficiency) el cual permitirá observar los parámetros fundamentales de la producción en el momento donde el trapiche tiene fallas:

$$OEE = Disponibilidad \times Eficiencia \times Calidad^{35}$$

Se tendrá en cuenta que la empresa tiene una capacidad productiva de 90 pacas por día en un turno de 8 horas

Por lo cual la disponibilidad se verá reflejada en el tiempo real que la empresa utiliza en la producción del producto, de tal forma se descontara de las 8 horas el tiempo de paros planificados y se tendrá en cuenta la eficiencia del día

$$disponibilidad = \frac{7,2 h}{8 h} \times 100 = 90 \%$$

Respecto a la eficiencia se calcula que en un tiempo de 8h la empresa puede fabricar 90 pacas pero debido a la baja eficiencia se reduce la producción a un 56%

$$Eficiencia = \frac{90 \times 0,56}{90} \times 100 = 56\%$$

Y respecto a la calidad se encuentra que según el estudio realizado (ver anexo 3) el 58,06% son productos defectuosos

$$Calidad = 58,06\%$$

Por lo cual se puede calcular un OEE definido como

$$OEE = 90\% \times 56\% \times 58,06\% = 29,26\%$$

Como se puede observar dicho indicador se encuentra por debajo del 50% de la productividad teórica, lo que indica que existen importantes pérdidas económicas lo que genera una baja competitividad en el mercado y es necesario tomar medidas para la mejora de los procesos

Para lograr la estabilización de la OEE será necesario acudir a la PDCA (planificar, hacer verificar y actuar), lo cual se basara en el mantenimiento productivo total mostrado anteriormente que se llevara a cabo con educación, capacitaciones, entrenamiento, organización y asignación del area de trabajo, lo cual se propondra a implementará para el mejoramiento de la calidad del producto, la higiene y la conservación de las maquinas y herramientas y a su vez, una revisión constante de los equipo e implementos para de tal forma aumentar el índice de OEE para generar mayor productividad y eficiencia del trapiche.

---

<sup>35</sup> Técnicas de Lean manufacturing. <<http://leanroots.com/OEE.html>>. [Consultado, 6 de junio de 2014]

## Costo Técnica

### Capacitaciones

Grasa, pernos= 450. 000

## **16.1 PLAN ANUAL DE CAPACITACIÓN**

Para la capacitación, se eleva un proyecto de plan de capacitación anual, para el personal que labora y presta servicios en la Molienda de panela “La Reina”. Está orientada al desarrollo de conocimientos, actitudes, prácticas, habilidades y valores del empleado, para garantizar el desarrollo de la función y los servicios para un producto con excelentes condiciones y con la mejor calidad, mejorar su desempeño laboral, propiciar la realización personal, técnica o profesional y brindar un mejor servicio al usuario.

La capacitación del recurso humano para el desarrollo de capacidades constituye un aspecto vertebral de toda organización, razón por la cual resulta necesario capacitar y entrenar de manera permanente, a todo el personal que labora y presta el servicio en la Molienda de panela “La Reina”.

Capacitación Empresarial <sup>36</sup> es una organización especializada en procesos formativos para el público corporativo en América Latina que tiene por modalidades de capacitación, las conferencias, talleres y seminarios, que forman a través de ellos y por momentos interactivos, vivenciales y participativos involucrando dinámicas especialmente diseñadas para cada temática, temas como:



---

36 Capacitación Empresarial. Conferencias, talleres, seminarios. Público corporativo.<<http://www.capacitacion.com.co/>> [Consultado, 24 de agosto de 2014]

- Servicio y satisfacción al Cliente
- Técnicas para realizar mejor el trabajo.
- Conocimientos técnicos de herramientas y maquinaria.
- Trabajo en equipo.
- Administración del tiempo.
- Técnicas de Lean Manufacturing y cómo aplicarlas.

Es importante organizar los objetivos de las capacitaciones e identificar las actividades de cada puesto de trabajo, su perfil óptimo, identificar los cursos requeridos para cada área.

Con estas capacitaciones se espera capacitar, motivar y transformar el personal de la Molienda de Panela “La Reina”. Las conferencias son herramientas valiosas de instrucción y son impartidas por profesionales idóneos, amenos, respetuosos y prácticos.

Cada taller tiene un costo de \$80000<sup>37</sup> por persona, con una duración de dos horas semanales para 20 personas por sesión (18 trabajadores, 2 supervisores), donde tendrán una charla orientativa y una serie de ejercicios en grupo y prácticos para mejorar habilidades en el trabajo tanto de motivación, trabajo en equipo como de técnica al trabajar. Se propone realizar 6 charlas, cada una con una duración total de 10 horas

Cuando se capacite al personal, y se definan las actividades a realizar por cada trabajador, el supervisor tiene un papel muy importante. Los supervisores tendrán también charlas orientativas y estos serán los encargados de revisar el puesto de trabajo y la labor realizada durante el día y al final del día para asegurar un excelente cumplimiento de las tareas y calidad en el producto (panela), obteniendo así excelente retribución económica para la empresa “La Reina”

### Costos de capacitación

$$\left( \frac{\$8.000}{\text{persona}} * 20 \text{ personas} \right) * 6 \text{ talleres} * 10 \text{ horas} = 9.600.000$$

Teniendo en cuenta que según el análisis realizado (ver anexo 3) se encuentra que las panelas defectuosas están dadas por un 7,81% por ende se tomaran las panelas que salen al mercado con un pago total de \$250 por atado para el trabajador

---

<sup>37</sup> Plan Anual de Capacitación 2013. República de Perú. <[http://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/SNIL/normas/2013-01-22\\_57-2013-MTPE-4-12\\_2769.pdf](http://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/SNIL/normas/2013-01-22_57-2013-MTPE-4-12_2769.pdf)> [Consultado, 23 de agosto de 2014]

$$\left(\frac{90 \text{ pacas}}{\text{dia}} * 92,19\%\right) \times \frac{24 \text{ atados}}{1 \text{ paca}} \times \frac{\$250}{1 \text{ atado}} = \frac{\$497826}{\text{dia}} \times \frac{1 \text{ dia}}{8 \text{ horas}} = \frac{\$3457}{\text{hora}}$$

$$\frac{\$3457}{\text{hora}} \times \frac{60 \text{ horas}}{\text{año}} = \$207.420/\text{año}$$

Donde se concluye que la capacitación mas las horas de reconocimiento a los trabajadores por asistencia da un total de 9'807.420.

### Retribución

Se asumirá con estas capacitaciones un total del 4% de eficiencia en la productividad de los trabajadores, por lo tanto, el tiempo de producción nuevo sería:

$$\text{Tiempo productivo} = (480 \text{ min} - 48 \text{ min}) \times 60\% = 259,2 \text{ min} = 4,32 \text{ h}$$

Turno del día: 480 minutos

Descansos: 10% del turno diario

Eficiencia: 60 %

Asumiendo que 2,68 min se hace un paca entonces

$$\frac{2592 \text{ min} \times 1 \text{ paca}}{2,68 \text{ min dia}} \approx 96 \text{ pacas/dia}$$

Por ende si se desea suplir las necesidades del cliente de 470 pacas semanales entonces sería necesario menos de 5 días para completar el pedido lo que supone una disminución de costos en:

$$\frac{96 \text{ pacas}}{\text{dia}} \times \frac{5 \text{ dias}}{1 \text{ semana}} = \frac{480 \text{ pacas}}{\text{semana}} - \frac{470 \text{ pacas}}{\text{semana}} = \frac{10 \text{ pacas}}{\text{semana}} \times \frac{36000}{1 \text{ paca}}$$

$$= \frac{\$360000}{\text{semana}}$$

|               | Gasto anual  | Retribución   |
|---------------|--------------|---------------|
| Capacitación  | \$ 9.600.000 |               |
| Hora operario | \$ 207.420   |               |
| Hora operario |              | \$ 17.280.000 |

Tabla 22: Retribución anual por hora operario.

### 17. SIX SIGMA

Debido a la gran competencia que se encuentra entre el mercado de panelas y de no poder garantizar una competencia leal entre el sector

panelero, es importante resaltar por la calidad que presenten los productos como la pureza de la panela o la textura, sin embargo en una empresa como esta es difícil tener control sobre las variables que pueden afectar considerablemente el producto, por ello se ve necesario la implementación de las herramientas de seis sigma, para dar valor agregado a la empresa y permitir tener un mejor reconocimiento en el sector panelero.

Actualmente la empresa tiene pedidos a hipermercados de 150 pacas semanales, Mercamás 200 pacas semanales, merca centro Pereira 10 pacas semanales entre otros pequeños pedidos, sin embargo el de mayor demanda ha sido la panela de 850 g buscando siempre una panela clara que determina su pureza y a su vez con el peso adecuado que es medido a ojo por el consumidor, es decir, se busca una panela más ancha y redonda.

Sin embargo uno de los principales problemas es el peso donde la persona depende de un molde para determinar el volumen y la forma de la panela sin embargo su llenado no determina qué punto debe alcanzar la panela en el molde, además de poseer una gran producción con una mínima muestra de peso por parte de la pesa.

Para dar paso a dicha solución se realizó un estudio detallado sobre las posibles no conformidades que se encontraban en la empresa de panela “la Reina” con lo que se comprobó que se encontraba en un nivel sigma de 1,5 que supone ser bajo para los requerimientos que actualmente tienen los clientes:

Por lo cual se establecieron los siguientes análisis:

El proceso de moldeo consiste en darle forma a la panela después de salir de las calderas y ser re-masada, de tal forma se tienen determinados moldes que permiten dar la forma y el peso de cada panela, sin embargo, en el llenado de moldes se introduce mayor o menor panela y los pesos se alzan o bajan, además de tener que organizar el volumen de la panela para obtener la forma demandada.



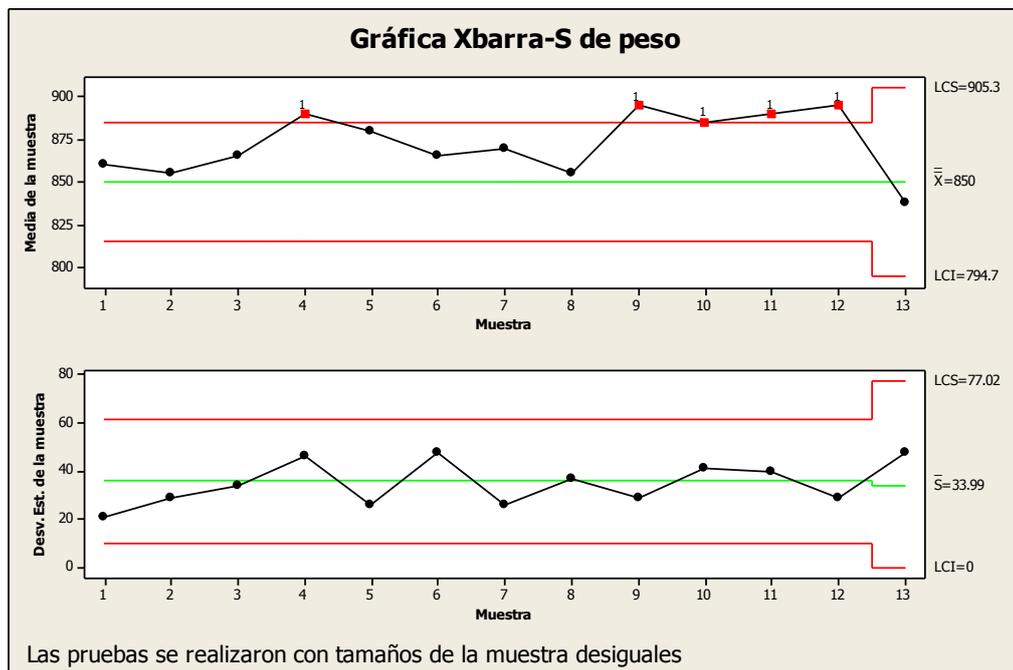
Gráfica 35: Moldes para la panela.

Por lo cual se estimara como fuente de media la variabilidad del peso, suponiendo un peso ideal de 850g.

Para el análisis realizado se tomo una muestra de 124 atados donde se encontraron 72 atados defectuosos que no cumplía con las especificaciones de peso ideal.

Por ende se realizara un estudio con las diferentes graficas de control con el fin de visualizar de mejor forma dicha variabilidad.

### Cartas X-S

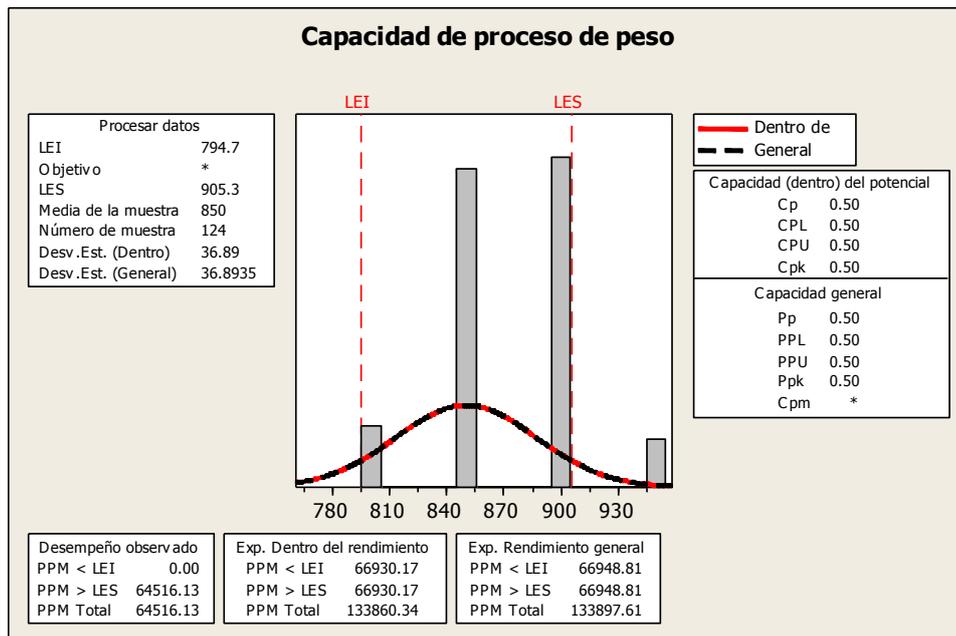


Gráfica 36: Carta X-S.

El proceso es muy variable pues se observa que existen diversos datos que se encuentran fuera de los límites de control, específicamente los puntos 4, 9, 10, 11 y 12.

Además se observa que gran parte de la muestra se encuentra por encima de la media lo que indica que la empresa está teniendo grande desperdicios con el exceso de panela líquida en cada llenado de molde, además con esa muestra por debajo de la media la empresa podría tener problemas legales con la superintendencia de industria ya que no está cumpliendo con el peso indicado en la panela.

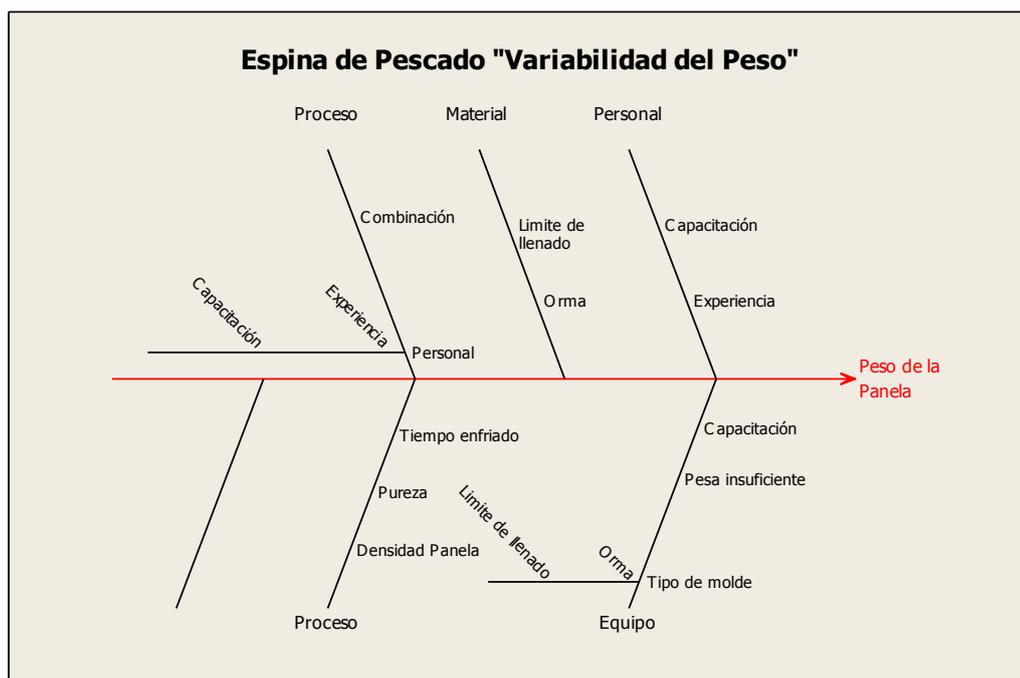
### - Análisis de la capacidad del proceso



Gráfica 37: Capacidad de proceso de peso.

Según la gráfica en proceso se encuentra en un nivel sigma de 1.5 de acuerdo al cp de 0.5 que indica que los procesos no se ajustan a las medidas esperadas, teniendo un proceso poco estandarizado y muy variable.

- **Identificación de Causas**



Gráfica 38: Variabilidad del peso de la panela.

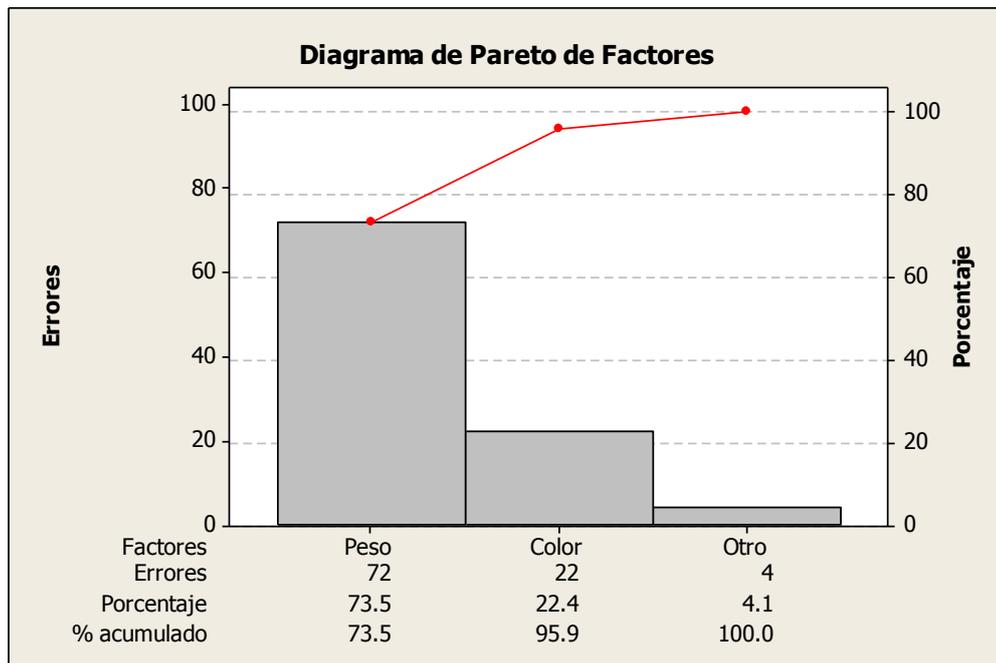
| <b>Personal</b> | <b>Herramienta</b> | <b>Molde</b> | <b>Espesor</b>  | <b>Empaque</b> |
|-----------------|--------------------|--------------|-----------------|----------------|
| Capacitación    | Tipo de molde      | Lím llenado  | Densidad Panela | Combinación    |
| Experiencia     | Peso insuficiente  | Horma        | Pureza          | Personal       |
|                 | Capacitación       |              | Tiempo enfriado |                |

Tabla 23: Factores que influyen en el proceso de la panela.

Como se puede observar se tienen 5 factores principales que determinan la variabilidad del peso de la panela, para el caso del personal se tiene un problema de falta capacitación y experiencia que también afecta al proceso, esto debido a que los empresarios no han considerado de mayor importancia hacer un recorrido con sus empleados, sino que consideran a medida que van tomando experiencia los procesos irán mejorando; por otro lado, el factor herramienta posee problemas con el tipo de molde, pesa (ya que es un poco antigua y no toma valores exactos del peso de la panela, es decir, lo aproxima) y la capacitación; igualmente dentro del molde se tienen problemas con el límite de llenado puesto que se hace a ojo y la horma no es la apropiada para generar la forma de la panela; Con respecto al espesor se presenciaron problemas en la densidad de la panela en el momento de ser moldeada, en la pureza puesto que pasa por diferentes procesos y personal, el tiempo de enfriado que define la textura de la panela; finalmente, se determina como otro factor importante el empaque porque en la combinación a veces no es la apropiada para generar el peso ideal, de igual forma existen problemas con el personal que se encarga de este proceso por el mismo problema de la experiencia.

### 17.1 Análisis de Causas

Teniendo en cuenta que las variables de horma y color son relativas en la percepción de las personas no se tomaron en cuenta en la realización de los anteriores análisis, sin embargo, para demostrar el poco efecto que tiene sobre la calidad de la panela en cuanto a la frecuencia que se tomó, se realizará el análisis de Pareto con dichas variables y adicionalmente el peso.



Gráfica 39: Diagrama de Pareto de factores.

Como se observa en la gráfica, el peso tiene un gran efecto sobre la calidad de la panela pues representa el 73.5% de los problemas en la elaboración de la panela, mientras que el color representa tan solo el 22.4% esto debido a que los primeros lotes siempre serán más oscuras (Defectuosas) y otro que representa la horma que es prácticamente insignificante en la mala calidad de la panela, por ese motivo solo se pretende atacar el peso como factor principal de los problemas.

## 17.2 Objetivo de Intervención

Como se dijo anteriormente, el principal factor a atacar será el peso de la panela que se da debido a la poca experiencia del personal como los procesos en los que se elabora la panela (Molde, Empaque, Pesa y Horma), para ello se utilizarán los conocimientos adquiridos que permitan encontrar mejoras tanto tecnológicas como experimentales.

## 17.3 Costos de No Calidad

Debido a la escases de caña y la gran demanda para la producción de biocombustible, en donde mediante la información de la empresa se determina un costo total por paca de \$36000 para panela de 850 g

De acuerdo a los productos no conformes de 64 atados, se tiene que 5 atados (ver anexo 3) se encuentran por debajo del peso establecido lo que genera que exista una pérdida del 7,81% de las utilidades puesto que no es posible entregar dicho pedido a los clientes lo que genere un total de:

$$\frac{90 \text{ pacas}}{\text{dia}} \times \frac{\$36000}{1 \text{ paca}} \times 7,81\% = \$253044/\text{dia}$$

Por otro lado se encuentran aquellos productos que por moldeo son superiores a 850g lo que indica que hay un excedente en los productos y se encuentra una pérdida del 43,54% con 50 g por encima y un 6,45% con 100 g por encima por lo tanto:

$$\frac{90 \text{ pacas}}{\text{dia}} \times \frac{24 \text{ atados}}{1 \text{ paca}} \times 43,54\% \approx 940 \text{ atados}/\text{dia}$$

$$\frac{90 \text{ pacas}}{\text{dia}} \times \frac{24 \text{ atados}}{1 \text{ paca}} \times 6,45\% \approx 139 \text{ atados}/\text{dia}$$

Lo que indica que del sobrante de 50 g por atado, se puede generar con 17 atados no conforme un atado adicional para la venta, por lo cual de los 940 atados, se pueden generar adicionalmente 55 atados de 850 g para la venta que representa un total de:

$$\frac{55 \text{ atados}}{\text{dia}} \times \frac{1 \text{ paca}}{24 \text{ atados}} \times \frac{\$36000}{1 \text{ paca}} = \$82500/\text{dia}$$

Respecto a los sobrantes de 100 g, se puede generar con 8,5 atados no conformes un atado adicional para la venta, por lo cual de los 139 atados, se puede generar adicionalmente 16 atados de 850g para la venta que representa un total de:

$$\frac{16 \text{ atados}}{\text{dia}} \times \frac{1 \text{ paca}}{24 \text{ atados}} \times \frac{\$36000}{1 \text{ paca}} = \$24000/\text{dia}$$

Por lo tanto implementando las mejoras y llegando a un nivel six sigma las ganancias se verían retribuidas de tal forma.

| <b>Resumen</b>   |   |
|------------------|---|
| \$60.730.560/año | Perdidas por bajo peso panela                       |
| \$19.800.000/año | Pérdidas por 50 g de peso adicional en cada panela  |
| \$5.760.000/año  | Pérdidas por 100 g de peso adicional en cada panela |
| \$86.290.560/año | Total   |

Tabla 24: Resumen de costos de Six Sigma.

De acuerdo al análisis anterior como primera medida se deberá hacer un plan de capacitación que constara de un conocimiento de los materiales de trabajo que se cuenta con el fin de que exista una familiarización, además de hacer presente en cada trabajador los requisitos de calidad que el cliente exija, puesto que esto permitirá tener conciencia sobre el cómo hacer su trabajo; por otro lado, se podrá realizar pruebas que permitan el trabajo del molde obtener una curva de aprendizaje sin afectar directamente el producto de la empresa.

En segundo término, el molde deberá ser cambiado puesto que genera demasiados defectos en el peso de la panela debido a su manipulación y forma, por lo tanto se recomienda un cambio a gaveras cuadradas el cual permitirá reducir tiempos en moldeo manual al poder disolver la miel en estos de forma paralela a mayor proporción y a su vez establecer un sello en la parte inferior de la gavera para disminuir tiempos de sellado, por ende se obtendrá una panela de mejor forma, con una mejor apariencia en el sellado y del peso ideal.

|                   | Cantidad | Precio    | Cantidad/año | Total año  |
|-------------------|----------|-----------|--------------|------------|
| Gaveras cuadradas | 4        | \$ 80.000 | 1            | \$ 320.000 |

Tabla 25: Precio de las gaveras cuadradas.



Gráfica 40: Gaveras cuadradas.

## RESUMEN COSTOS

Para generar un mayor beneficio a la empresa se establecieron ciertos proyectos que generaran un grado de ganancias superior al actual, a su vez, se establecen gastos que actualmente se evaden a causa de un bajo conocimiento acerca de la importancia de estandarizar y mejorar la producción actual pero que son parte importante para la competitividad de la empresa en la actualidad.

A continuación se describirán de forma resumida los gastos, costos y retribución mensual que mediante la implementación de dicho proyecto se genera.

Inicualmente los gastos se verán representados en mejoramiento locativo y de aseo, además de aquello referente al mantenimiento de implementos como el prelimpiador y trapiche que generan un total de \$ 2.363.926.

|                            | <b>Gastos</b>   | <b>mes 1</b> |
|----------------------------|---|--------------|
| <b>Extracción de jugos</b> | pintura a base de aceite bronco 1/4 galón                 | \$ 13.100    |
|                            | Goya rodillo junior felpa 3 pulgadas                      | \$ 3.900     |
|                            | Mont plast plástico transparente para cubrir 4 x 4 metros | \$ 27.000    |
|                            | pintura a base de aceite bronco 1/4 galón                 | \$ 13.100    |
| <b>Limpieza</b>            | Escoba  | \$ 20.000    |
|                            | Recogedor   | \$ 8.000     |
|                            | Manguera[1]   | \$ 63.800    |
|                            | Tapabocas   | \$ 7.500     |
|                            | Guantes   | \$ 39.000    |
|                            | Trapo   | \$ 6.000     |
|                            | Trapeador   | \$ 5.000     |
|                            | Jabón   | \$ 10.000    |
|                            | Esponja   | \$ 4.000     |
| <b>Uniforme</b>            | Delantal blanco[1]  | \$ 155.350   |
|                            | Red de cabello  | \$ 6.500     |
|                            | Botas plásticas[2]  | \$ 557.700   |
| <b>Prelimpiador</b>        | Prelimpiador  | \$ 146.320   |
| <b>TPM</b>                 | Grasa, pernos   | \$ 450.000   |
| <b>Capacitación</b>        | Capacitación  | \$ 800.000   |

|              |               |              |
|--------------|---------------|--------------|
|              | Hora operario | \$ 27.656    |
| <b>Total</b> |               | \$ 2.363.926 |

Tabla 26: Gastos de cada área.

Respecto a las inversiones necesarias, hacen referencia a la estantería para implementos, la organización del techo en el área de moldeo, el prelimpiador, termómetro, banderas y cambio de gaveras que generan un total de \$2.265.300.

|                      | <b>inversión</b>               | <b>mes 1</b> |
|----------------------|--------------------------------|--------------|
| <b>Área limpieza</b> | estantería para implementos    | \$ 60.000    |
| <b>Limpieza</b>      | Teja #5 92 x 152 cm pvc marfil | \$ 1.033.500 |
| <b>Prelimpiador</b>  | inversión prelimpiador         | \$ 800.000   |
| <b>Termómetro</b>    | termómetro inversión           | \$ 39.800    |
| <b>Kanban</b>        | banderas inversión             | \$ 12.000    |
| <b>six sigma</b>     | gaveras cuadradas inversión    | \$ 320.000   |
| <b>Total</b>         |                                | \$ 2.265.300 |

Tabla 27: Inversión de cada área.

Y en relación a la retribución de las diferentes inversiones se establece un total de \$ 4.379.821.

|                            | <b>Gastos Anuales</b>     | <b>mes 1</b> |
|----------------------------|---------------------------|--------------|
| <b>Extracción de jugos</b> | retribución pintura       | \$ 1.084.821 |
| <b>Prelimpiador</b>        | Mano de obra              | \$ 415.000   |
| <b>Termómetro</b>          | retribución termómetro    | \$ 1.440.000 |
| <b>Capacitación</b>        | Hora operario retribución | \$ 1.440.000 |
| <b>total</b>               |                           | \$ 4.379.821 |

Tabla 28: Gastos anuales de cada área.

Como se puede observar en el primer mes se tiene una pérdida de \$ 249.405, esto debido a que se debe hacer un gran esfuerzo por conseguir la inversión de los implementos, sin embargo dichos costos no serán asumidos en periodos siguientes lo que repercute en una utilidad de \$2.935.345 para el siguiente mes, y para el año se ve reflejado en \$35.592.247.

Estando conscientes que dentro de dichas ganancias no se asocia aquellas relacionadas con six sigma ya que es una herramienta que lleva mucho tiempo su implementación para aproximarse a cero errores, sin

embargo en el momento de llegar a este nivel se podrán asumir ganancias de \$121.882.807 para el primer año.

Los costos y ganancias anuales se ven reflejados a continuación:

|                                |                        |                |
|--------------------------------|------------------------|----------------|
| <b>año 1<br/>con six sigma</b> | <b>costos y gastos</b> | \$ 16.965.610  |
|                                | <b>retribución</b>     | \$ 138.848.417 |
|                                | <b>diferencia</b>      | \$ 121.882.807 |

|                                |                        |               |
|--------------------------------|------------------------|---------------|
| <b>año 1<br/>sin six sigma</b> | <b>costos y gastos</b> | \$ 16.965.610 |
|                                | <b>retribución</b>     | \$ 52.557.857 |
|                                | <b>diferencia</b>      | \$ 35.592.247 |

|                                |                        |                |
|--------------------------------|------------------------|----------------|
| <b>año 2<br/>con six sigma</b> | <b>costos y gastos</b> | \$ 14.700.310  |
|                                | <b>retribución</b>     | \$ 138.848.417 |
|                                | <b>diferencia</b>      | \$ 124.148.107 |

|                                |                        |               |
|--------------------------------|------------------------|---------------|
| <b>año 2<br/>sin six sigma</b> | <b>costos y gastos</b> | \$ 14.700.310 |
|                                | <b>retribución</b>     | \$ 52.557.857 |
|                                | <b>diferencia</b>      | \$ 37.857.547 |

Tabla 29: Costos y ganancias anuales con six sigma y sin six sigma.

En conclusión, se puede evidenciar que la gran mayoría de inversiones traen consigo una retribución que es capaz de asumir los gastos propios y lo de otros, por ende se encuentra la factibilidad del proyecto dentro de la empresa panelera “La Reina”.

## CONCLUSIONES

- Este proyecto busca incrementar la producción y comercialización de panela en nuestro país, para apoyar la agroindustria colombiana, generar empleo y volver a la cultura de tomar aguapanela y no otros productos complementarios ya que estas variedades ofrecen mayor resistencia a factores adversos de los cultivos.
- Debido al rendimiento de los cultivos de caña de azúcar, se obtiene alta rentabilidad, lo que proporciona al empresario, recursos para el crecimiento de la empresa.

- La panela es un producto que se utiliza principalmente para alimentación humana y otros diversos usos, por lo tanto, la producción de caña de azúcar para transformarla en panela es una actividad con futuro, y es viable proyectar el crecimiento de la empresa en el tiempo.
- El apoyo a la agroindustria colombiana, la generación de empleo y el apoyo a nuevos talentos pueden contarse como muchos de los beneficios de implementar las mejoras de este proyecto de producción y comercialización de panela de la Molienda “La Reina”.
- Se concluye con las propuestas de las técnicas de Lean Manufacturing, que los desperdicios se pueden reducir significativamente, con solo capacitación se pueden ver muchas mejoras.
- La capacitación y el entrenamiento del personal influye en las propuestas de mejora para la producción de la Molienda “La Reina”, igualmente que, la implementación de un tanque prelimpiador que facilite y agilice la tarea de limpieza del jugo que se le extrae a la caña de azúcar y el uso de un termómetro que ayude a mejorar los tiempo de paso del Jugo de la caña de azúcar por las calderas.
- El recurso humano es capital valioso de la Molienda de panela “La Reina”, ya que sin la dedicación de las personas en estas tareas artesanales como en la elaboración de la panela, no se lograría llegar con éxito al cumplimiento de la labor y es necesario la inversión en su debida capacitación que influye en la mejora de utilización de las herramientas y máquinas de trabajo, satisfacción personal, desarrollo técnico y mejor actitud frente al trabajo con mejores técnicas de trabajo en equipo para una mejor comunicación y ritmo de trabajo.
- Tratar de reducir o eliminar, en el mejor de los casos, los desperdicios ayudará en ciento grado a la Empresa a cumplir con los tiempos de entrega, a la calidad del producto, calidad del servicio, brindar un producto más competitivo y tener más oportunidades de crecer en el mercado panelero colombiano.
- El cliente es quien marca el ritmo de la producción (Sistema Pull), decida la manera y la forma en la que quiere el producto y como se le entregara.
- Toyota propone hacer más con menos, con menos tiempo, menos espacio, menos esfuerzos humanos, menos maquinaria, menos materiales, siempre y cuando se le esté dando al cliente lo que desea.
- El indicar OEE evalúa la disponibilidad, eficiencia y calidad, permitiendo que estos tres parámetros determinen y hagan una clasificación de

máquinas o líneas de producción y compáralas con otras similares (Capacidad de producción).

- Es importante identificar los gastos y las inversiones, para saber un aproximado de la retribución anual que podría traer cada propuesta al proceso productivo, a la entrega del producto, satisfacción del cliente y a las ganancias del empresario. Teniendo que los gastos son dinero que se erogan pero no se reciben beneficios y las inversiones son recursos que se destinan a un proyecto del que se espera obtener una ganancia en un tiempo determinado.
- Para el costeo que se realizó que determinó la retribución anual de las propuestas en los procesos productivos de panela, se determinó que no se tienen en cuenta las ganancias del prelimpiador ni del termómetro, debido a que no se tiene pruebas experimentales porque no se llegó a hacer de nuevo la medición para determinar cuál sería la mejora en tiempo y por lo tanto en dinero.
- Para el estudio de tiempos, se tuvo en cuenta los tiempos promedio debido a que como la producción de panela y el jugo de la caña de azúcar no se puede contar como unidades enteras, manejamos promedios con tomas de diez tiempos que determinamos como las muestras de cada proceso y sus procedimientos.
- Igualmente, la retribución de la técnica de Kanban no se tuvo en cuenta debido a que no se hizo una medición de la mejora del tiempo luego de proponerla, solo se especificó en el estudio de costeo su respectivo gasto.
- Según el estudio de Six Sigma, el proceso productivo de elaboración de panela se encuentra en un nivel sigma de 1.5 de acuerdo al cp de 0.5 que indica que los procesos no se ajustan a las medidas esperadas, teniendo un proceso poco estandarizado y muy variable, pero con la aplicación de las técnicas de Lean Manufacturing con la identificación previa de los desperdicios, se puede lograr mejoras significativas tanto en el dinero como en los tiempos de elaboración y de entrega al cliente.
- En las ganancias obtenidas en el estudio de costos y ganancias (Ver Anexo 4), no se asocia aquellas relacionadas con six sigma ya que es una herramienta que lleva mucho tiempo su implementación para aproximarse a cero errores, sin embargo en el momento de llegar a este nivel se podrán asumir ganancias de \$121.882.807 para el primer año.
- En el mapa de estado presente se pudo observar que el cuello de botella existente es el de las calderas, a medida que se fueron proponiendo mejoras para reducir tiempo y por lo tanto ganar dinero (retribución anual), se obtuvo que los días (tiempo mínimo) que las 30.000 toneladas

(inventario diario) se demoran en pasar por el sistema de producción son 1,375 días y los días que transcurren desde que se inicia el proceso de producción hasta que se completa, en este caso no tuvimos en cuenta el tiempo hasta que se entrega al cliente ya que nuestra atención se centro en el proceso productivo fueron 1,905 días, obteniendo una reducción a 1,375 días en el mapa futuro teniendo en cuenta la retribución de las propuestas de mejora.

- En la técnica de SMED, es fundamental la conversión de la preparación interna en externa es fundamental para lograr la reducción drástica de los tiempos de preparación de maquinaria en cambios de trabajo, se esperan mejoras tales como limpieza, transporte de repuestos, ajuste de máquina en menor tiempo y sin necesidad de parar siempre el trapiche.
- Es necesario mantener un promedio de temperatura durante el proceso debido a que el rendimiento aumentara, puesto que se estandarizara la producción como se indica en las buenas prácticas agrícolas y manufactureras para la caña y panela.
- Por tanto, se podría alcanzar una mejor calidad en la panela generando impacto en nuevos clientes que considerando como mínimo 1 al año se obtiene una repercusión en un cliente que pedirá como mínimo 10 pacas por semana.
- Son muy importantes reuniones de apertura antes de comenzar con la aplicación de la técnica de estudio de tiempos y la implantación del SMED, constituyeron la base fundamental para concientizar al personal involucrado, como factor clave en la consecución de los objetivos deseados.
- Se propone aplicar KANBAN, empezando para tener claro cuando el cliente empuja un pedido y cuál es el respectivo, para informar a todos los operarios la naturaleza del mismo, con el fin de transmitir las necesidades al proceso siguiente.
- El tipo de KANBAN que se propone usar es para autorizar a fabricar, alerta de que el trapiche puede seguir produciendo por el tanque prelimpiador está listo y las calderas preparadas para otra ceba de jugo de caña de azúcar. La idea es determinar la parada, o la continuidad del trabajo del trapiche ya que en muchas ocasiones, con los análisis se descubrió que el trapiche tenía que parar su trabajo porque el tanque estaba lleno y no se podía disponer de más jugo de caña de azúcar o porque las calderas aun no habían terminado su trabajo.
- La limpieza se convierte en inspección, con esta descubren anomalías (cosas para mejorar o restaurar), las cuales si se mejoran tiene efectos

positivos. La técnica de TPM se hace con motivación en el puesto de trabajo, asignar líderes y generando orgullo en el trabajo, con cambio en la actitud y conductas y así logrando las metas de cero defectos y averías y mejorando el puesto de trabajo.

- El indicador OEE que se obtiene después de analizar la eficiencia y la calidad del procesos de elaboración de panela es de 29,26%, indicador bajo que expresa importantes pérdidas económicas y lleva una baja competitividad en el mercado y es necesario tomar medidas para la mejora de los procesos
- La capacitación del recurso humano para el desarrollo de capacidades constituye un aspecto vertebral de toda organización, razón por la cual resulta necesario capacitar y entrenar de manera permanente, a todo el personal que labora y presta el servicio en la Molienda de panela “La Reina”.
- Cuando se capacite al personal, y se definan las actividades a realizar por cada trabajador, el supervisor tiene un papel muy importante. Los supervisores tendrán también charlas orientativas y estos serán los encargados de revisar el puesto de trabajo y la labor realizada durante el día y al final del día para asegurar un excelente cumplimiento de las tareas y calidad en el producto (panela), obteniendo así excelente retribución económica para la empresa “La Reina”
- De acuerdo al análisis anterior como primera medida se deberá hacer un plan de capacitación que constara de un conocimiento de los materiales de trabajo que se cuenta con el fin de que exista una familiarización, además de hacer presente en cada trabajador los requisitos de calidad que el cliente exija, puesto que esto permitirá tener conciencia sobre el cómo hacer su trabajo; por otro lado, se podrá realizar pruebas que permitan el trabajo del molde obtener una curva de aprendizaje sin afectar directamente el producto de la empresa.
- El molde de la panela deberá ser cambiado puesto que genera demasiados defectos en el peso de la panela debido a su manipulación y forma, por lo tanto se recomienda un cambio a gaveras cuadradas el cual permitirá reducir tiempos en moldeo manual al poder disolver la miel en estos de forma paralela a mayor proporción y a su vez establecer un sello en la parte inferior de la gavera para disminuir tiempos de sellado, por ende se obtendrá una panela de mejor forma, con una mejor apariencia en el sellado y del peso ideal.
- Para generar un mayor beneficio a la empresa se establecieron ciertos proyectos que generaran un grado de ganancias superior al actual, a su vez, se establecen gastos que actualmente se evaden a causa de un bajo conocimiento acerca de la importancia de estandarizar y mejorar la

producción actual pero que son parte importante para la competitividad de la empresa en la actualidad.

- En conclusión, se puede evidenciar que la gran mayoría de inversiones traen consigo una retribución que es capaz de asumir los gastos propios y lo de otros, por ende se encuentra la factibilidad del proyecto dentro de la empresa panelera “La Reina”.
- Según el estudio de eficiencia (Ver Anexo 2), se estimó que el costo de elaboración de panela tiene una eficiencia del 56%.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda manejar insumos y materias primas de alta calidad y en el momento requerido ya que de esto depende el rendimiento del cultivo y la calidad de la panela.

Es necesario hacer publicidad constante para asegurar el crecimiento de la empresa y participación en el mercado, de esta forma se aseguran excelentes ingresos durante el período de operación de la empresa.

Se recomienda gestionar certificaciones de calidad ICONTEC para poder extender internacionalmente el mercado de la empresa productora y comercializadora de panela.

Por lo tanto, es importante que los productores de estos trapiches ejecuten estas estrategias que les permita su desarrollo y crecimiento cada día, como también posicionarse en un mercado y poco a poco incursionar en el mercado nacional e internacional, teniendo presencia de sus productos en todo el país, pero para lograr esto, es necesario tener una buena organización, planeación, estructura, y diversos aspectos que se verán reflejados en la eficiencia y la calidad.

Cabe resaltar también que para el logro y éxito de estas estrategias, los productores deben de estar preparados a los cambios y dispuestos a realizar dichos cambios en sus organizaciones, es por esto que es necesario además la capacitación, no sólo del personal y los operarios en general, sino también de los productores, que les ayuden al direccionamiento organizacional, al manejo y control de la producción, al análisis financiero y sobre todo en el manejo y producción de alimentos, y en buenas prácticas de manufactura de alimentos.

## BIBLIOGRAFIA

WOMACK, James P y JONES, Daniel T. LEAN THINKING: Como utilizar el pensamiento Lean para eliminar despilfarros y crear valor en la empresa. Ediciones Gestión 2000. 2005.

RAJADELL CARRERAS, Manuel y SANCHEZ GARCIA, José Luis. LEAN MANUFACTURING: La evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos. 2010.

CUATRECASAS. Lluís. LEAN MANAGEMENT: La gestión competitiva por excelencia. Editorial Profit. 2010.

LIKER, Jeffrey K. y MEIER, David. THE TOYOTA WAY FIELDBOOK: A practical guide for implementing Toyota's 4Ps. Editorial McGraw Hill. 2006.

LIKER, Jeffrey K. LAS CLAVES DEL ÉXITO DE TOYOTA: 14 principios de gestión del fabricante más grande del mundo. Editorial McGraw Hill. 2004.

MARTI OGAYAR, Juan José y TORRUBIANO GALANTE, Juan. LEAN PROCESS: Mejorar los procesos para ser más competitivos. O'Gayar Consulting. 2013.

OSORIO CADAVID, Guillermo. Buenas prácticas agrícolas BPA y buenas prácticas de Manufactura BPM, en la producción de caña y panela. Editorial CTP Print LTDA. 2007.

Ministerio de Agricultura y de desarrollo rural Programa Nacional de transferencia de tecnología Agropecuaria Pronatta. Guía para la elaboración de la panela. Mocoa, 2002.

Ministerio de agricultura y desarrollo rural, *el sector panelero colombiano*,

<http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/el-sector-panelero-colombiano.pdf>, [consulta: Lunes, 8 de abril del 2013 ]

ESPINAL G, Carlos Federico et al. La cadena agroindustrial de la panela en Colombia, 2005, 24 págs

Asocaña, Sector azucarero colombiano, *el sector azucarero colombiano en la actualidad*, <http://www.asocana.org/publico/info.aspx?Cid=215>, [consulta: Lunes, 8 de abril del 2013]

Departamento de Operaciones y Sistemas de la Universidad Autónoma de Occidente de Santiago de Cali. 2010. Disponible en: TID00337.pdf – Adobe Reader.

Consulta de la Norma. Nivel Nacional.  
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3337>, [Consulta: Sábado, 22 de febrero de 2014].

FINAGRO  
<https://www.finagro.com.co/productos-y-servicios/programas-de-coberturas>  
[Consulta: Jueves 20 de Marzo de 2014].

MINISTERIO DE SALUD  
<http://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/RUAF%20ACTIVECON.pdf>  
[Consulta: Sábado, 22 de febrero de 2014].

FINAGRO  
[http://www.finagro.com.co/html/i\\_portals/index.php?p\\_origin=plugin&p\\_name=simulador&p\\_id=&p\\_options=MI-75](http://www.finagro.com.co/html/i_portals/index.php?p_origin=plugin&p_name=simulador&p_id=&p_options=MI-75) [15]  
[Consulta: Sábado, 22 de febrero de 2014].

AGROPANELA  
[http://www.agropanelasantahelena.com/index.php?view=article&type=raw&id=85%3Aproductos&format=pdf&option=com\\_content&Itemid=88](http://www.agropanelasantahelena.com/index.php?view=article&type=raw&id=85%3Aproductos&format=pdf&option=com_content&Itemid=88)  
[Consulta: Sábado, 22 de febrero de 2014].

#### CARDER

<http://www.carder.gov.co/web/es/directorio-asociaciones>  
[Consulta: Jueves, 20 de marzo de 2014].

#### GOSUR

<http://www.gosur.com/es/colombia/risaralda/pereira-mapa/?gclid=COGRmvqLsb0CFRQV7AodZyYASw>  
[Consulta: Jueves, 20 de marzo de 2014].

#### MESA SECTORIAL DE PANELA

<http://mesasectorialdepanela.blogspot.com/2010/04/panelaproducto-tradicional-colombiano.html>  
[Consulta: Jueves, 20 de marzo de 2014].

#### MINISTERIO DE AGRICULTURA

<http://www.minagricultura.gov.co/archivos/Sector%20Panelero%20Colombiano.pdf>  
[Consulta: Sábado, 31 de mayo de 2014].

#### ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN

[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/ags/publications/AGSF\\_WD6s.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/ags/publications/AGSF_WD6s.pdf)  
[Consulta: Sábado, 31 de mayo de 2014].

#### FEDEPANELA

<http://www.fedepanela.org.co/images/precios/prechist.jpg>  
[Consulta: Jueves, 07 de agosto de 2014].

#### FEDEPANELA

<http://www.fedepanela.org.co/images/PRESEMOCTUBRETRES.pdf>  
[Consulta: Jueves, 07 de agosto de 2014].

#### HOME CENTER

<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/>  
[Consulta: Jueves, 24 de agosto de 2014].

#### MERCADO LIBRE COLOMBIA

<http://www.mercadolibre.com.co/>

[Consulta: Jueves, 24 de agosto de 2014].

MONOGRAFÍAS DE LA CAÑA DE AZÚCAR  
Comisión Veracruzana de comercialización agropecuaria  
<http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/.PDF>  
[Consulta: Jueves, 24 de agosto de 2014].

PROYECTO FRESCO  
<http://www.proyectofresco.com/portfolio/la-cal>  
[Consulta: Jueves, 24 de agosto de 2014].

CAPACITACIÓN EMPRESARIAL  
<http://www.capacitacion.com.co/>  
[Consultado, 24 de agosto de 2014]

PLAN ANUAL DE CAPACITACIÓN  
Republica de Perú  
[http://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/SNIL/normas/2013-01-22\\_57-2013-MTPE-4-12\\_2769.pdf](http://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/SNIL/normas/2013-01-22_57-2013-MTPE-4-12_2769.pdf)  
[Consultado, 23 de agosto de 2014]

MANIPULACIÓN DE ALIMENTOS DE COLOMBIA  
Invima.  
<http://www.manipulaciondealimentoscolombia.com/Decreto-3075-de-1997.pdf>  
[Consultado: 23 Junio de 2014]

TECNOLOGÍA PARA INDUSTRIA ALIMENTARIA  
<http://cimpa.com.co/sitio/>  
[Consultado: 23 de Junio de 2014]

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### EXTRACCIÓN DE JUGOS

Los tiempos tomados a los procesos y procedimientos de la Moliendo de panela “La Reina”, se tomando en una cantidad de 10 cada uno y promediándolos por el tipo de actividad económica que se realiza (elaboración de panela).

| 1. llegada de la caña (camión) |            |          |
|--------------------------------|------------|----------|
|                                | minutos    | segundos |
| 1                              | 0          | 5        |
| 2                              | 0          | 9        |
| 3                              | 0          | 9        |
| 4                              | 0          | 6        |
| 5                              | 0          | 10       |
| 6                              | 0          | 9        |
| 7                              | 0          | 3        |
| 8                              | 0          | 4        |
| Total minutos                  | 0,11458333 |          |

El procedimiento consiste en desmontar del camión la caña de azúcar y ubicarla en un respectivo sitio

| 2. montar la caña en los burritos |            |          |
|-----------------------------------|------------|----------|
|                                   | minutos    | segundos |
| 1                                 | 2          | 8        |
| 2                                 | 2          | 15       |
| 3                                 | 1          | 46       |
| 4                                 | 1          | 39       |
| 5                                 | 2          | 4        |
| 6                                 | 2          | 5        |
| 7                                 | 2          | 7        |
| 8                                 | 1          | 23       |
| 9                                 | 1          | 1        |
| 10                                | 1          | 22       |
| 11                                | 1          | 7        |
| 12                                | 1          | 25       |
| 13                                | 1          | 0        |
| 14                                | 1          | 10       |
| 15                                | 1          | 2        |
| Total minutos                     | 1,57111111 |          |

La caña de azúcar encontrada en el suelo, es ubicada en burros de madera para generar un adecuado monto y ser cargada al trapiche

| 3. llevar la caña al tallador |         |          |
|-------------------------------|---------|----------|
|                               | minutos | segundos |
| 1                             | 0       | 9        |
| 2                             | 0       | 9        |
| 3                             | 0       | 8        |
| 4                             | 0       | 14       |

| 4. caña de azúcar al trapiche |         |          |
|-------------------------------|---------|----------|
|                               | minutos | segundos |
| 1                             | 0       | 3        |
| 2                             | 0       | 4        |
| 3                             | 0       | 3        |
| 4                             | 0       | 3        |

|               |          |    |
|---------------|----------|----|
| 5             | 0        | 14 |
| 6             | 0        | 10 |
| 7             | 0        | 12 |
| 8             | 0        | 9  |
| 9             | 0        | 10 |
| 10            | 0        | 10 |
| 11            | 0        | 8  |
| 12            | 0        | 8  |
| 13            | 0        | 9  |
| 14            | 0        | 9  |
| 15            | 0        | 10 |
| Total minutos | 0,165555 |    |

El recorrido desde el momento en que se carga la caña de azúcar de los burritos hasta el trapiche.

|               |            |   |
|---------------|------------|---|
| 5             | 0          | 2 |
| 6             | 0          | 2 |
| 7             | 0          | 2 |
| 8             | 0          | 4 |
| 9             | 0          | 2 |
| 10            | 0          | 2 |
| 11            | 0          | 3 |
| 12            | 0          | 2 |
| 13            | 0          | 3 |
| 14            | 0          | 3 |
| 15            | 0          | 2 |
| Total minutos | 0,04444444 |   |

El tiempo donde el tallador recoge la caña de azúcar del procedimiento anterior hasta que la monta en el trapiche.

| 5. se toma la caña molida y se repasa |             |          |
|---------------------------------------|-------------|----------|
|                                       | minutos     | segundos |
| 1                                     | 0           | 3        |
| 2                                     | 0           | 3        |
| 3                                     | 0           | 2        |
| 4                                     | 0           | 4        |
| 5                                     | 0           | 3        |
| 6                                     | 0           | 2        |
| 7                                     | 0           | 3        |
| 8                                     | 0           | 3        |
| 9                                     | 0           | 4        |
| 10                                    | 0           | 2        |
| 11                                    | 0           | 2        |
| 12                                    | 0           | 3        |
| 13                                    | 0           | 4        |
| 14                                    | 0           | 2        |
| 15                                    | 0           | 3        |
| total minutos                         | 0,047777778 |          |

Procedimiento en el cual el tallador repasa la caña de azúcar que ha sido procesado por el trapiche con el fin de extraer la mayor cantidad de jugo, convirtiéndose luego en bagazo.

## LIMPIEZA DE JUGOS Y EVAPORACION

| 1. primera caldera |            |          |
|--------------------|------------|----------|
|                    | Minutos    | Segundos |
| 1                  | 2          | 4        |
| 2                  | 2          | 52       |
| 3                  | 3          | 25       |
| 4                  | 2          | 15       |
| 5                  | 2          | 34       |
| 6                  | 2          | 45       |
| 7                  | 3          | 4        |
| Total minutos      | 2,71190476 |          |

Procedimiento en el cual el operario agita el guarapo encontrado en la primera caldera, para retirar las impurezas del líquido, es decir la cachaza

| 2. segunda caldera |            |          |
|--------------------|------------|----------|
|                    | Minutos    | segundos |
| 1                  | 5          | 99       |
| 2                  | 3          | 49       |
| 3                  | 2          | 13       |
| 4                  | 6          | 27       |
| 5                  | 4          | 18       |
| 6                  | 3          | 52       |
| 7                  | 4          | 26       |
| Total minutos      | 4,53333333 |          |

Procedimiento en el cual el operario agita el guarapo encontrado en la segunda caldera, para retirar la cachaza

| 3. tercera caldera |            |          |
|--------------------|------------|----------|
|                    | Min        | Segundos |
| 1                  | 2          | 8        |
| 2                  | 2          | 15       |
| 3                  | 3          | 18       |
| 4                  | 1          | 23       |
| 5                  | 3          | 36       |
| 6                  | 2          | 23       |
| 7                  | 1          | 29       |
| Total minutos      | 2,36190476 |          |

Procedimiento en el cual el operario agita el guarapo encontrado en la tercera caldera, para retirar la cachaza

| 4. cuarta caldera |            |          |
|-------------------|------------|----------|
|                   | Min        | segundos |
| 1                 | 9          | 53       |
| 2                 | 7          | 55       |
| 3                 | 4          | 35       |
| 4                 | 4          | 7        |
| 5                 | 5          | 38       |
| 6                 | 4          | 32       |
| 7                 | 6          | 27       |
| Total minutos     | 6,15952381 |          |

Procedimiento en el cual el operario agita el guarapo encontrado en la cuarta caldera, para retirar la cachaza

| 5. quinta caldera |            |          |
|-------------------|------------|----------|
|                   | minutos    | Segundos |
| 1                 | 3          | 6        |
| 2                 | 4          | 8        |
| 3                 | 4          | 31       |
| 4                 | 4          | 0        |
| 5                 | 3          | 29       |
| 6                 | 3          | 34       |
| 7                 | 4          | 12       |
| Total minutos     | 3,85714286 |          |

Procedimiento en el cual el operario agita el guarapo encontrado en la quinta caldera, para retirar la cachaza.

| 6. meladera 1 |             |          |
|---------------|-------------|----------|
|               | minutos     | segundos |
| 1             | 1           | 33       |
| 2             | 2           | 0        |
| 3             | 1           | 44       |
| 4             | 1           | 40       |
| 5             | 1           | 42       |
| 6             | 1           | 55       |
| 7             | 1           | 59       |
| Total minutos | 1,792857143 |          |

Tiempo en el cual se agita el guarapo procesado para ir obteniendo una fase de mayor densidad.

| 7. meladera 2 |             |          |
|---------------|-------------|----------|
|               | minutos     | segundos |
| 1             | 2           | 9        |
| 2             | 2           | 41       |
| 3             | 3           | 42       |
| 4             | 4           | 33       |
| 5             | 2           | 24       |
| 6             | 4           | 7        |
| 7             | 3           | 15       |
| Total minutos | 3,264285714 |          |

Tiempo en el cual se agita el guarapo procesado para ir obteniendo una fase de mayor densidad.

| 8. orlera     |             |          |
|---------------|-------------|----------|
|               | minutos     | segundos |
| 1             | 2           | 9        |
| 2             | 4           | 10       |
| 3             | 3           | 44       |
| 4             | 2           | 54       |
| 5             | 3           | 24       |
| 6             | 3           | 32       |
| 7             | 4           | 59       |
| Total minutos | 3,552380952 |          |

El tiempo en que es necesario agitar la sustancia con el fin de encontrar el punto, es decir la mezcla adecuada para la panela.

## PUNTEO Y BATIDO

| 1. llenado de batea |              |              |
|---------------------|--------------|--------------|
|                     | minuto<br>s  | Segundo<br>s |
| 1                   | 0            | 39           |
| 2                   | 0            | 26           |
| 3                   | 0            | 20           |
| 4                   | 0            | 35           |
| 5                   | 0            | 47           |
| 6                   | 0            | 34           |
| 7                   | 0            | 24           |
| 8                   | 0            | 39           |
| 9                   | 0            | 32           |
| 10                  | 0            | 39           |
| Total minutos       | 0,5583333333 |              |

| 2. batir la panela |              |              |
|--------------------|--------------|--------------|
|                    | minuto<br>s  | segundo<br>s |
| 1                  | 4            | 53           |
| 2                  | 5            | 58           |
| 3                  | 4            | 5            |
| 4                  | 3            | 35           |
| 5                  | 3            | 14           |
| 6                  | 3            | 2            |
| 7                  | 3            | 35           |
| 8                  | 4            | 20           |
| 9                  | 3            | 38           |
| 10                 | 3            | 30           |
| Total minutos      | 3,9833333333 |              |

Con la sustancia al punto, se determina el tiempo en llenar una batea

En la batea se observa el tiempo de batir la sustancia con el fin de encontrar la consistencia adecuada para el moldeo

## Moldeo

| 1. remasar    |             |          |
|---------------|-------------|----------|
|               | minutos     | segundos |
| 1             | 1           | 0        |
| 2             | 0           | 58       |
| 3             | 1           | 19       |
| 4             | 0           | 52       |
| 5             | 1           | 12       |
| 6             | 1           | 29       |
| 7             | 0           | 47       |
| 8             | 0           | 52       |
| 9             | 1           | 19       |
| 10            | 0           | 59       |
| 11            | 1           | 27       |
| total minutos | 1,112121212 |          |

| 2. sacarlo al molde |         |          |
|---------------------|---------|----------|
|                     | minutos | segundos |
| 1                   | 0       | 4        |
| 2                   | 0       | 3        |
| 3                   | 0       | 4        |
| 4                   | 0       | 3        |
| 5                   | 0       | 3        |
| 6                   | 0       | 4        |
| 7                   | 0       | 4        |
| 8                   | 0       | 4        |
| 9                   | 0       | 4        |
| 10                  | 0       | 3        |
| 11                  | 0       | 4        |
| total minutos       | 0,06    |          |

El tiempo en el cual se llena el

molde del producto remasado y se ubica en una superficie

## EMPAQUE

| 1. empacar la panela en bolsas |             |           | 2. empacar los atados (pacas) |             |           |
|--------------------------------|-------------|-----------|-------------------------------|-------------|-----------|
|                                | minutos     | Segundo s |                               | minutos     | segundo s |
| 1                              | 0           | 4         | 1                             | 0           | 33        |
| 2                              | 0           | 4         | 2                             | 0           | 49        |
| 3                              | 0           | 4         | 3                             | 0           | 41        |
| 4                              | 0           | 5         | 4                             | 0           | 35        |
| 5                              | 0           | 4         | 5                             | 0           | 45        |
| 6                              | 0           | 5         | 6                             | 0           | 47        |
| 7                              | 0           | 5         | 7                             | 0           | 39        |
| 8                              | 0           | 4         | 8                             | 0           | 34        |
| 9                              | 0           | 4         | 9                             | 0           | 39        |
| 10                             | 0           | 5         | 10                            | 0           | 38        |
| Total minutos                  | 0,073333333 |           | Total minutos                 | 0,666666667 |           |

Procedimiento en el cual con una pistola de calor se sellaba el plástico puesto a la panela.

Tiempo en empacar los atados de panela en bolsas consiguiendo las pacas.

## ANEXO 2

Estudio de eficiencia

$$n = \frac{N\sigma^2z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2z^2} = \frac{13 * 0.25 * 3.8416}{(13-1) * (1\%)^2 + 0.25 * 3.8416}$$

$$n = 12.6 \approx 13$$

Se estiman los siguientes valores

$N = 13$   
 $\sigma = 0.5$   
 $Z = 1.96$   
 $e = 5\%$

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
|               | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Productivo    | x | x | x | x | X | x | x | x | x |    |    | x  | x  |
| No productivo |   |   |   |   |   |   |   |   |   | x  | x  |    |    |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    | x | x |   |   |   |   |   |   | x |   |   | x | x |
| No productivo |   |   | x | x | X | x | x | x |   | x | x |   |   |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    |   | x | x | x |   |   | x |   | x |   |   | x | x |
| No productivo | x |   |   |   | X | x |   | x |   | x | x |   |   |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    |   | x | x | x | X |   |   | x | x | x |   | x | x |
| No productivo | x |   |   |   |   | x | x |   |   |   | x |   |   |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    | x |   |   |   |   | x |   | x | x | x | x | x | x |
| No productivo |   | x | x | x | X |   | x |   |   |   |   |   |   |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    |   | x | x | x |   | x |   |   |   |   | x | x | x |
| No productivo | x |   |   |   | X |   | x | x | x | x |   |   |   |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    | x | x | x |   | X |   |   |   | x |   | x |   |   |
| No productivo |   |   |   | x |   | x | x | x |   | x |   | x | x |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    | x | x |   |   | X |   |   | x | x |   | x | x | x |
| No productivo |   |   | x | x |   | x | x |   |   | x |   |   |   |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    |   |   | x | x | X |   |   | x | x |   | x |   |   |
| No productivo | x | x |   |   |   | x | x |   |   | x |   | x | x |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    |   | x | x | x |   |   | x | x |   |   | x |   |   |
| No productivo | x |   |   |   | X | x |   |   | x | x |   | x | x |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    |   | x | x |   |   | x | x | x |   |   | x |   |   |
| No productivo | x |   |   | x | X |   |   |   | x | x |   | x | x |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    | x | x | x | x |   |   | x | x | x |   | x |   |   |
| No productivo |   |   |   |   | X | x |   |   |   | x |   | x | x |

|               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Productivo    | x | x | x | x | X | x |   | x |   |   | x |   |   |
| No productivo |   |   |   |   |   |   | x |   | x | x |   | x | x |

Total Tiempo productivo:

|            |                |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Productivo | $\frac{7}{13}$ | $\frac{11}{13}$ | $\frac{10}{13}$ | $\frac{8}{13}$ | $\frac{6}{13}$ | $\frac{5}{13}$ | $\frac{5}{13}$ | $\frac{9}{13}$ | $\frac{9}{13}$ | $\frac{2}{13}$ | $\frac{9}{13}$ | $\frac{7}{13}$ | $\frac{7}{13}$ |
|------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|

|              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Productivo % | 54 | 85 | 77 | 61 | 46 | 38 | 38 | 69 | 69 | 15 | 69 | 54 | 54 |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|

Eficiencia= 56%  
 480-48 \*0,56=  
 28,23 \*480 min=13550

### ANEXO 3

1. Toma de datos para 124 panelas donde se establece el peso en gramos.

| peso (g) | peso (g) | peso (g) | peso (g) |
|----------|----------|----------|----------|
| 900      | 800      | 900      | 850      |
| 850      | 950      | 900      | 900      |
| 850      | 850      | 850      | 950      |
| 850      | 900      | 850      | 900      |
| 850      | 950      | 850      | 900      |
| 850      | 850      | 850      | 900      |
| 900      | 900      | 900      | 900      |
| 850      | 900      | 850      | 950      |
| 850      | 900      | 850      | 850      |
| 850      | 850      | 800      | 900      |
| 850      | 900      | 850      | 900      |
| 850      | 900      | 850      | 850      |
| 900      | 850      | 900      | 900      |
| 850      | 900      | 850      | 850      |
| 850      | 900      | 850      | 900      |
| 850      | 900      | 900      | 950      |
| 800      | 900      | 800      | 850      |
| 850      | 850      | 900      | 850      |
| 850      | 850      | 900      | 950      |
| 900      | 850      | 900      | 900      |
| 900      | 850      | 900      | 900      |
| 850      | 800      | 950      | 900      |
| 800      | 850      | 900      | 900      |
| 850      | 900      | 900      | 900      |
| 850      | 900      | 900      | 900      |
| 850      | 900      | 850      | 900      |
| 850      | 850      | 900      | 850      |
| 900      | 800      | 850      | 900      |
| 900      | 950      | 800      | 850      |
| 900      | 850      | 850      | 800      |
| 900      | 900      | 900      | 800      |



- 4 Batidor de la batea.
- 5 Batidor de la batea.
- 6 Moldeador.
- 7 Empacar la panela.
- 8 Empacar los atados.
- 9 Limpiador del tanque de ceba.
- 10 Trapiche.
- 11 Trapiche.
- 12 Trapiche.

#### **ANEXO 4**

Se realizó un estudio de los gastos anuales en cada uno de los procesos, notando que los valores de color rojo son inversión:

|                            | <b>Gastos Anuales</b>                                     | <b>mes 1</b>  | <b>mes 2</b>  | <b>mes 3</b>  | <b>mes 4</b>  | <b>mes 5</b>  |
|----------------------------|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Extraccion de jugos</b> | pintura a base de aceite bronco 1/4 galón                 | \$ 13.100     |               |               |               |               |
|                            | Goya rodillo junior felpa 3 pulgadas                      | \$ 3.900      |               |               |               |               |
|                            | Mont plast plástico transparente para cubrir 4 x 4 metros | \$ 27.000     |               |               |               |               |
|                            | pintura a base de aceite bronco 1/4 galón                 | \$ 13.100     |               |               |               |               |
|                            | restribucion pintura                                      | \$ 1.084.821  | \$ 1.084.821  | \$ 1.084.821  | \$ 1.084.821  | \$ 1.084.821  |
| <b>Area limpieza</b>       | estanteria para implementos                               | \$ 60.000     |               |               |               |               |
| <b>Limpieza</b>            | Escoba  | \$ 20.000     |               |               |               |               |
|                            | Recojedor   | \$ 8.000      |               |               |               |               |
|                            | Manguera[1]   | \$ 63.800     |               |               |               |               |
|                            | Tapabocas   | \$ 7.500      |               | \$ 7.500      |               | \$ 7.500      |
|                            | Guantes   | \$ 39.000     |               |               |               | \$ 39.000     |
|                            | Trapo   | \$ 6.000      |               |               | \$ 6.000      |               |
|                            | Trapeador   | \$ 5.000      |               |               |               |               |
|                            | Jabón   | \$ 10.000     | \$ 10.000     | \$ 10.000     | \$ 10.000     | \$ 10.000     |
|                            | Esponja   | \$ 4.000      | \$ 4.000      | \$ 4.000      | \$ 4.000      | \$ 4.000      |
|                            | Teja #5 92 x 152 cm pvc marfil                            | \$ 1.033.500  |               |               |               |               |
| <b>Uniforme</b>            | Delantal blanco[1]  | \$ 155.350    |               |               |               |               |
|                            | Red de cabello  | \$ 6.500      | \$ 6.500      | \$ 6.500      | \$ 6.500      | \$ 6.500      |
|                            | Botas plásticas[2]  | \$ 557.700    |               |               |               |               |
| <b>Prelimpiador</b>        | Prelimpiador  | \$ 146.320    | \$ 146.320    | \$ 146.320    | \$ 146.320    | \$ 146.320    |
|                            | inversion prelimpiador                                    | \$ 800.000    |               |               |               |               |
|                            | Mano de obra  | \$ 415.000    | \$ 415.000    | \$ 415.000    | \$ 415.000    | \$ 415.000    |
| <b>Termometro</b>          | termometro inversion                                      | \$ 39.800     |               |               |               |               |
|                            | retribucion termometro                                    | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  |
| <b>Kanban</b>              | banderas inversion  | \$ 12.000     |               |               |               |               |
| <b>TPM</b>                 | Grasa, pernos   | \$ 450.000    | \$ 450.000    | \$ 450.000    | \$ 450.000    | \$ 450.000    |
| <b>Six Sigma</b>           | Perdidas por bajo peso panela                             | \$ 5.060.880  | \$ 5.060.880  | \$ 5.060.880  | \$ 5.060.880  | \$ 5.060.880  |
|                            | Pérdidas por 50 g de peso adicional en cada panela        | \$ 1.650.000  | \$ 1.650.000  | \$ 1.650.000  | \$ 1.650.000  | \$ 1.650.000  |
|                            | Pérdidas por 100 g de peso adicional en cada panela       | \$ 480.000    | \$ 480.000    | \$ 480.000    | \$ 480.000    | \$ 480.000    |
|                            | gaveras cuadradas inversion                               | \$ 320.000    |               |               |               |               |
| <b>Capacitación</b>        | Capacitación  | \$ 800.000    | \$ 800.000    | \$ 800.000    | \$ 800.000    | \$ 800.000    |
|                            | Hora operario   | \$ 27.656     | \$ 27.656     | \$ 27.656     | \$ 27.656     | \$ 27.656     |
|                            | Hora operario retribucion                                 | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  |
| <b>año 1 con six sigma</b> | <b>costos y gastos</b>                                    | \$ 4.629.226  | \$ 1.444.476  | \$ 1.451.976  | \$ 1.450.476  | \$ 1.490.976  |
|                            | <b>retribucion</b>  | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 |
|                            | <b>diferencia</b>   | \$ 6.941.475  | \$ 10.126.225 | \$ 10.118.725 | \$ 10.120.225 | \$ 10.079.725 |
| <b>año 1 sin six sigma</b> | <b>costos y gastos</b>                                    | \$ 4.629.226  | \$ 1.444.476  | \$ 1.451.976  | \$ 1.450.476  | \$ 1.490.976  |
|                            | <b>retribucion</b>  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  |
|                            | <b>diferencia</b>   | -\$ 249.405   | \$ 2.935.345  | \$ 2.927.845  | \$ 2.929.345  | \$ 2.888.845  |
| <b>año 2 con six sigma</b> | <b>costos y gastos</b>                                    | \$ 2.363.926  | \$ 1.444.476  | \$ 1.451.976  | \$ 1.450.476  | \$ 1.490.976  |
|                            | <b>retribucion</b>  | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 |
|                            | <b>diferencia</b>   | \$ 9.206.775  | \$ 10.126.225 | \$ 10.118.725 | \$ 10.120.225 | \$ 10.079.725 |
| <b>año 2 sin six sigma</b> | <b>costos y gastos</b>                                    | \$ 2.363.926  | \$ 1.444.476  | \$ 1.451.976  | \$ 1.450.476  | \$ 1.490.976  |
|                            | <b>retribucion</b>  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  |
|                            | <b>diferencia</b>   | \$ 2.015.895  | \$ 2.935.345  | \$ 2.927.845  | \$ 2.929.345  | \$ 2.888.845  |

| mes 6         | mes 7         | mes 8         | mes 9         | mes 10        | mes 11        | mes 12        | año            |
|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| \$ 13.100     |               |               |               |               |               |               | \$ 26.200      |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 3.900       |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 27.000      |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 13.100      |
| \$ 1.084.821  | \$ 1.084.821  | \$ 1.084.821  | \$ 1.084.821  | \$ 1.084.821  | \$ 1.084.821  | \$ 1.084.821  | \$ 13.017.857  |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 60.000      |
| \$ 20.000     |               |               |               |               |               |               | \$ 40.000      |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 8.000       |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 63.800      |
|               | \$ 7.500      |               | \$ 7.500      |               | \$ 7.500      |               | \$ 45.000      |
|               |               |               | \$ 39.000     |               |               |               | \$ 117.000     |
|               | \$ 6.000      |               |               | \$ 6.000      |               |               | \$ 24.000      |
| \$ 5.000      |               |               |               |               |               |               | \$ 10.000      |
| \$ 10.000     | \$ 10.000     | \$ 10.000     | \$ 10.000     | \$ 10.000     | \$ 10.000     | \$ 10.000     | \$ 120.000     |
| \$ 4.000      | \$ 4.000      | \$ 4.000      | \$ 4.000      | \$ 4.000      | \$ 4.000      | \$ 4.000      | \$ 48.000      |
|               |               |               |               |               |               |               |                |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 155.350     |
| \$ 6.500      | \$ 6.500      | \$ 6.500      | \$ 6.500      | \$ 6.500      | \$ 6.500      | \$ 6.500      | \$ 78.000      |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 557.700     |
| \$ 146.320    | \$ 146.320    | \$ 146.320    | \$ 146.320    | \$ 146.320    | \$ 146.320    | \$ 146.320    | \$ 1.755.840   |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 800.000     |
| \$ 415.000    | \$ 415.000    | \$ 415.000    | \$ 415.000    | \$ 415.000    | \$ 415.000    | \$ 415.000    | \$ 4.980.000   |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 39.800      |
| \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 17.280.000  |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 12.000      |
| \$ 450.000    | \$ 450.000    | \$ 450.000    | \$ 450.000    | \$ 450.000    | \$ 450.000    | \$ 450.000    | \$ 5.400.000   |
| \$ 5.060.880  | \$ 5.060.880  | \$ 5.060.880  | \$ 5.060.880  | \$ 5.060.880  | \$ 5.060.880  | \$ 5.060.880  | \$ 60.730.560  |
| \$ 1.650.000  | \$ 1.650.000  | \$ 1.650.000  | \$ 1.650.000  | \$ 1.650.000  | \$ 1.650.000  | \$ 1.650.000  | \$ 19.800.000  |
| \$ 480.000    | \$ 480.000    | \$ 480.000    | \$ 480.000    | \$ 480.000    | \$ 480.000    | \$ 480.000    | \$ 5.760.000   |
|               |               |               |               |               |               |               | \$ 320.000     |
| \$ 800.000    | \$ 800.000    | \$ 400.000    |               |               |               |               | \$ 6.000.000   |
| \$ 27.656     | \$ 27.656     | \$ 13.828     |               |               |               |               | \$ 207.420     |
| \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 1.440.000  | \$ 17.280.000  |
| \$ 1.482.576  | \$ 1.457.976  | \$ 1.030.648  | \$ 663.320    | \$ 622.820    | \$ 624.320    | \$ 616.820    | \$ 16.965.610  |
| \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 138.848.417 |
| \$ 10.088.125 | \$ 10.112.725 | \$ 10.540.053 | \$ 10.907.381 | \$ 10.947.881 | \$ 10.946.381 | \$ 10.953.881 | \$ 121.882.807 |
| \$ 1.482.576  | \$ 1.457.976  | \$ 1.030.648  | \$ 663.320    | \$ 622.820    | \$ 624.320    | \$ 616.820    | \$ 16.965.610  |
| \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 52.557.857  |
| \$ 2.897.245  | \$ 2.921.845  | \$ 3.349.173  | \$ 3.716.501  | \$ 3.757.001  | \$ 3.755.501  | \$ 3.763.001  | \$ 35.592.247  |
| \$ 1.482.576  | \$ 1.457.976  | \$ 1.030.648  | \$ 663.320    | \$ 622.820    | \$ 624.320    | \$ 616.820    | \$ 14.700.310  |
| \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 11.570.701 | \$ 138.848.417 |
| \$ 10.088.125 | \$ 10.112.725 | \$ 10.540.053 | \$ 10.907.381 | \$ 10.947.881 | \$ 10.946.381 | \$ 10.953.881 | \$ 124.148.107 |
| \$ 1.482.576  | \$ 1.457.976  | \$ 1.030.648  | \$ 663.320    | \$ 622.820    | \$ 624.320    | \$ 616.820    | \$ 14.700.310  |
| \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 4.379.821  | \$ 52.557.857  |
| \$ 2.897.245  | \$ 2.921.845  | \$ 3.349.173  | \$ 3.716.501  | \$ 3.757.001  | \$ 3.755.501  | \$ 3.763.001  | \$ 37.857.547  |

Fue necesario encontrar el área ocupada por la caña de azúcar, calderas, tanque, mesas de moldeo y empaque, y como era difícil encontrar el área de la caña de azúcar, se opto por hacerlo por volúmenes, teniendo en cuenta que todas las áreas debía estar en la misma unidad de medida, se encontró que:

| <b>Tanque</b> |             |
|---------------|-------------|
| largo         | 473         |
| ancho         | 163         |
| profundidad   | 37          |
| volumen       | 2839813,167 |
| kg            | 772,5       |
| kg semanal    | 2285,237819 |

| <b>Punteo</b> |        |
|---------------|--------|
| radio         | 61     |
| volumen       | 475388 |
| kg            | 129,3  |
| kg semanal    | 382,5  |

| <b>caldera</b>    | 1       | 2       | 3       | 4       | 5        |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|----------|
| <b>largo</b>      | 302     | 302     | 297     | 239     | 194      |
| <b>ancho</b>      | 200     | 200     | 200     | 200     | 142      |
| <b>base</b>       | 297     | 297     | 294     | 236     |          |
| <b>altura</b>     | 79,6    | 60,6    | 49      | 47,4    | 30       |
| <b>volumen</b>    | 5995639 | 4564519 | 3641528 | 2831200 | 826440   |
| kg                |         |         |         |         | 224,8    |
| <b>kg semanal</b> |         |         |         |         | 665,0116 |

| <b>Empaque</b> |          |
|----------------|----------|
| kg             | 129,3    |
| defectuosos    | 8%       |
| kg real        | 119,2017 |
| kg semanal     | 352,6268 |

|        |                           |
|--------|---------------------------|
| 90     | <b>pacas por dia</b>      |
| 82,971 | <b>pacas sin defectos</b> |

|           |                      |
|-----------|----------------------|
| 70,52535  | <b>kg q salen</b>    |
| 352,62675 | <b>kg por semana</b> |

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>conversión a semana</b> | 3 |
|----------------------------|---|

NOTAS:

- Hay algunos trabajadores que terminaron sus labores y ejecutan otras, por ejemplo en el caso de las personas encargadas del trapiche. Cuando terminaron de moler la caña que estaba programada para el día, uno de ellos empezó a ejecutar otra clase de labores, por eso en el momento de tomar el rendimiento de los trabajadores, algunos que ya había terminado su tarea aun eran productivos.
- No hay tareas establecidas.
- La caña se trae un día y se muele el otro.
- Los trabajadores gana por paca \$250 pesos, algunos trabajadores tienen una bonificación semanal de \$10.000 pesos por hacer una tarea más compleja como los empacadores, los pasadores, el orlero, el portero, el bagacero y el materialero.
- La Molienda “La Reina” maneja un producto que es la panela en tres versiones:
  - Reina de 1000 gramos por 40000 pesos (24 atados la bolsa).
  - reinita de 850 gramos por 36000 pesos (24 atados la bolsa).
  - Llano grande de 750 gramos por 33000 pesos (24 atados la bolsa).
- Un poco de historia de la Molienda, primero perteneció al señor José Cortés, pasando luego a ser propietario el señor Oscar Caller y siguieron sus herederos. Ahora, la Molienda está en arrendamiento por el señor Jesús María.