

# MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL TRAPICHE COMUNITARIO LA PALMEREÑA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LEAN MANUFACTURING.

## IMPROVING THE PRODUCTIVE PROCESS OF LA PALMEREÑA COMMUNITY TRAPICHE THROUGH THE APPLICATION OF THE LEAN MANUFACTURING METHODOLOGY.

Ángela María Vásquez, Jeider Mina Guaza, Luis Fernando Pedraza Ruiz  
Ingeniería industrial.

Fundación Universitaria de Popayán "FUP"  
[amava054@gmail.com](mailto:amava054@gmail.com), [minaguaza@gmail.com](mailto:minaguaza@gmail.com), [luisfdopedraza@gmail.com](mailto:luisfdopedraza@gmail.com)

### Resumen:

El presente trabajo, tiene como objetivo principal mejorar el proceso productivo del trapiche comunitario la Palmereña, dedicado a la molienda de la caña de azúcar para la producción de panela en diferentes presentaciones, perteneciente al sector de la industria manufacturera de la región; a fin de mejorar la eficiencia de gestión de los procesos de la empresa, usando como base la filosofía lean. Conforme al desarrollo del trabajo se realizó el diagnóstico recopilando información y datos que pudieran ser eficaces para el desarrollo de este artículo; a través de visitas al trapiche, entrevistas con algunos socios y trabajadores del mismo. Se aplicó una encuesta para el oportuno análisis de las mudas que intervienen en el proceso productivo de la elaboración de la panela; así mismo se realiza el análisis de los datos obtenidos, logrando identificar los desperdicios o mudas dentro de los procesos. A través del diagrama causa y efecto se logra identificar la causa raíz como principal muda relacionada con la baja eficiencia del trapiche. Se aplica un mapa vsm, con el cual se verifican como está el estado actual de la empresa. Se identifican los tipos de desperdicios o mudas que presenta la organización y es allí donde se propone la implementación de herramientas del Lean Manufacturing como: poka yoke, vsm, las 5S e indicadores de KPI. Las propuestas de aplicación de estas actividades llevan a la empresa a la generación de un impacto positivo, frente a la estandarización de los procesos de producción, organización, documentación, capacitación y concientización del personal hacia el desarrollo de herramientas que conlleven al mejoramiento continuo del trapiche. Con todo esto se logra minimizar un 90% de tiempo muerto y la eliminación de un 95 % de los cuellos de botellas que presentaban los procesos de producción de la panela; mejorando así, la productividad y eficiencia de la empresa.

Palabras claves: proceso, filosofía, industria, ciclo, eficiencia

### Summary:

The main objective of this work is to improve the production process of the community trapiche La Palmereña, dedicated to the grinding of sugar cane for the production of panela in different presentations, belonging to the manufacturing industry sector of the region; in order to improve the management efficiency of the company's processes, using the lean philosophy as a basis. According to the development of the work, the diagnosis was made, collecting information and data that could be effective for the development of this article; through visits to the trapiche, interviews with some partners and workers of the same. A survey was applied for the timely analysis of the seedlings that intervene in the production process of the panela elaboration; Likewise, the analysis of the data obtained is carried out, managing to identify the waste or changes within the processes. Through the cause and effect diagram, it is possible to identify the root cause as the main change related to the low efficiency of the trapiche. A vsm map is applied, with which the current state of the company is verified. The types of waste or changes that the organization presents are identified and it is there where the implementation of some Lean Manufacturing tools is proposed, such as: poka yoke, vsm, the 5S and KPI indicators. The proposals for the application of these activities lead the company to the generation of a positive impact, compared to the standardization of production processes, organization, documentation, training and awareness of the staff towards the development of tools that lead to the continuous improvement of the sugar mill. With all this, it is possible to minimize 90% of downtime and the elimination of 95% of the bottlenecks that the panela production processes presented; thus improving the productivity and efficiency of the company.

Keywords: process, philosophy, industry, cycle, efficiency

## I. INTRODUCCIÓN

Colombia es un país rico en biodiversidad, cuenta con distintos climas y tiene la capacidad de producir distintos tipos de productos naturales, dentro de estos están los productos generados de su tierra. [1] Uno de ellos es la panela, que durante mucho tiempo ha sido el endulzante y elemento primordial en la canasta familiar de los estratos bajos, medios y altos, que en la actualidad se está consumiendo en altas cantidades en cada una de sus diferentes presentaciones, ya que es un endulzante natural que no tiene procesos contaminantes en su elaboración. El elemento esencial para obtener este producto, es la caña de azúcar y gracias a los factores climatológicos y la riqueza natural de Colombia.

Este artículo se realizó con la recolección de información suministrada por productores y comercializadores de panela de la región del Cauca. La elaboración de este producto es de manera artesanal, convirtiéndose en mercado competitivo a nivel nacional e internacional; es de allí donde nace la necesidad de aplicar una mejora continua a cada uno de los procesos que están inmersos en esta actividad económica, este producto aporta grandes beneficios nutricionales al consumidor.

El Trapiche Comunitario la Palmereña, se encuentra ubicado en la vereda El Palmar zona rural del Municipio de Santander de Quilichao, Cauca; su actividad económica es la fabricación de panela en diferentes presentaciones, está conformado por 23 socios y 10 trabajadores quienes en su mayoría son también proveedores de la materia prima.

Los procesos para la transformación de la caña de azúcar en panela son de manera artesanal y generan poco impacto al medio ambiente. Un 80% de la población se benefician de este, ya que los proveedores son los socios del trapiche y habitantes de la misma región, frente a un 20 % que se han dedicado a la minería, lo que ha sido una gran problemática porque está causando el deterioro de varias plazas de terreno que antes eran utilizados para cultivos de yuca, plátano y caña de azúcar y ahora ya son tierras desérticas que no sirven para volver a producir.

Actualmente, el tiempo inicial del proceso de la elaboración de la panela desde que la caña entra al molino, hasta que se obtiene el producto terminado, es de dos horas y media por tonelada de materia prima; semanalmente se producen de 192 a 200 arrobas de panelas aproximadamente, obteniendo así, una producción mensual de 800 arrobas y su distribución se hace desde su centro de acopio a nivel regional, nacional, e internacional.

El problema que presenta el trapiche en el momento, se debe a la baja eficiencia del proceso productivo de la panela; ya que carecen de personal capacitado en innovación, tecnología y también de una buena planeación estratégica en los procesos. Es de allí que nace la necesidad de presentar una propuesta de mejora para el proceso productivo del trapiche, mediante la aplicación de herramientas del lean manufacturing, como son: las 5s, poka yoke, vsm, diagrama causa-efecto, KPI.

Es fundamental que la eficiencia y la calidad estén presente en cada uno de los procesos; debido a la importancia de la producción de dicho producto en esta región y al impacto que ha tenido en el mercado, se realiza un plan de mejora en el trapiche la Palmereña con el cual se busca aplicar la metodología del lean manufacturing, ya que es un método de organización del trabajo que se centra en la mejora continua y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso (transporte, espera y movimientos).

Aplicar mecanismos del lean manufacturing a este método artesanal, busca establecer un método correcto y adecuado para que el trapiche incremente su eficiencia y productividad, obteniendo procesos estandarizados, buscando siempre la mejora continua enfocada a la satisfacción de sus clientes.

## II. OBJETIVOS

### Objetivo General

Mejorar el proceso productivo del Trapiche comunitario la Palmereña mediante la aplicación de la metodología lean manufacturing.

### Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del proceso de elaboración de panela mediante el VSM (value stream mapping).
- Optimizar la línea de producción de panela mediante lean manufacturing.
- Evaluar el impacto de la mejora propuesta en la empresa.

## III. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

### A. Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo, se llevaron a cabo las actividades y aplicar las siguientes herramientas de la ingeniería, en función de identificar, mejorar y medir la propuesta realizada.

**Fuentes de información:** para llevar a cabo el desarrollo de este documento, se obtuvo información a partir de fuentes de información básica y apropiada, las cuales fueron fuentes primarias y fuentes secundarias que se describen a continuación:

**Fuentes primarias:** para recolectar la información inicial del estado en la que se encuentra el trapiche, suministrada por el gerente y administrador del mismo, los operarios del área de producción y el encargado de la sección de cocina, adicional a esto, se realizó una lista de chequeo para identificar las etapas del proceso y tener una visión más clara al momento de elaborar y documentar.

**Fuentes secundarias:** esta parte de información es donde se busca apoyo bibliográfico, textos relacionados con el tema de mejoramiento continuo, todo en cuanto tenga que ver con poka yoke, VSM, takt time, diagrama causa y efecto, etc. para la obtención de datos precisos en el desarrollo del documento.

A continuación, la siguiente tabla muestra los objetivos establecidos con cada una de las actividades establecidas y las herramientas del lean manufacturing a utilizar para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos específicos propuestos.

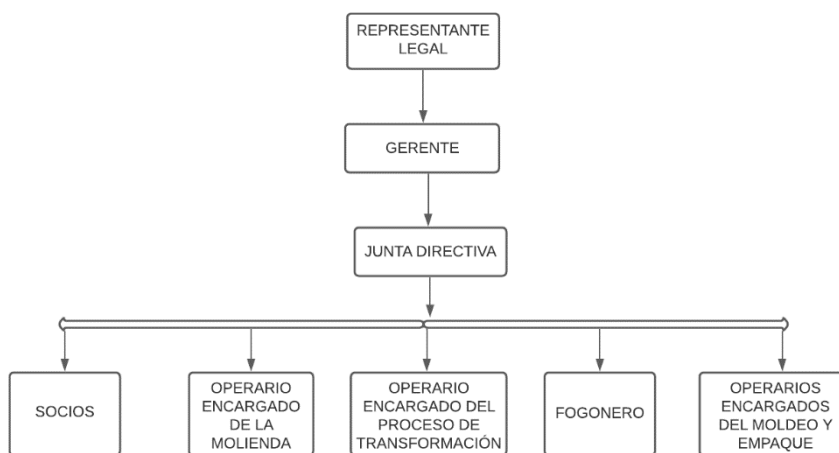
Tabla 1. Desglose de la metodología

Objetivos específicos	Actividades	Herramientas
Diagnosticar la situación actual del proceso de elaboración de panela mediante el VSM	1. Visitar la planta 2. Recolección de datos 3. Análisis de la información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los 7 desperdicios del lean manufacturing</li> <li>• Técnica de la información (Entrevistas)</li> <li>• Espina de pescado</li> <li>• VSM actual</li> </ul>
Optimizar la línea de producción de panela mediante la nivelación de la producción.	1. Recolección de datos numéricos de los tiempos de los procesos 2. Analizar la cantidad de producción de cada mes mediante un tiempo estipulado 3. Incentivar a los miembros de la organización a la reutilización del bagazo de la caña como desarrollo sostenible.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poka yoke</li> <li>• Las 5s</li> </ul>
Evaluar el impacto de la mejora propuesta en la empresa.	1. Tabulación de los datos 2. Interpretación de los datos 3. copia de entrega del artículo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VSM futuro</li> <li>• KPI</li> </ul>

**B. Fase I: Diagnosticar la situación actual del proceso de elaboración de panela mediante el VSM**

La estructura organizacional de la empresa está constituida de la siguiente manera: la señora Viviana Lobo Mina como Representante Legal del Trapiche Comunitario la Palmereña, encargada de todos los procesos legales que involucran la empresa (impuestos, pólizas de seguro, contactos directos con cámara y comercio, registro Invima y otras entidades estatales).

Figura 1. Estructura Organizacional.



Gerente general o Administrador está bajo el señor Edgar Casanova, encargado de cuidar y conservar los recursos de la entidad.

Socios: el trapiche la Palmereña es una sociedad limitada (LTDA), compuesta por 25 socios quienes son aquellas personas naturales propietarias del mismo, comparten alguna cantidad de acciones dentro de este.

- **El operario encargado de la molienda:** persona encargada de velar por el buen funcionamiento y estado del molino.
- **El operario encargado del proceso de transformación:** persona responsable de todo el proceso de cocción del guarapo hasta convertirlo en miel.
- **Fogonero:** su función es mantener el fogón siempre encendido.
- **Operario encargado de moldeo y empaque:** responsable en batir la miel, depositarla en las gabelas hasta obtener la forma final a la panela, empaclarla en papel de azúcar o crap y paletizarla.

Se hicieron tres visitas al trapiche, con el fin de recolectar la información necesaria e idónea para poder dar desarrollo a este artículo, estas visitas se hicieron entre el mes de julio y agosto del presente año. Se inicia aplicando una encuesta elaborada en algunas de las herramientas office (Word y Excel), a las personas más cercanas al proceso productivo las cuales laboran constantemente y quienes tienen mayor conocimiento del tema. El encargado del área de la hornilla donde se cocina el guarapo

hasta convertirse en miel, las personas del área de moldeo y empaque y el administrador quien es también el gerente de la empresa.

El método utilizado será de análisis cualitativo y cuantitativo, ya que básicamente se buscó describir la situación actual del trapiche mediante una encuesta, por medio de la cual, se pudo medir y recoger información que permita proporcionarle a la empresa un espejo de su posición existente en cuanto a las herramientas del lean manufacturing. Luego de identificar todas las variables que intervienen en los procesos, se llevara a estudio, para así plantear un concepto general de posibles deficiencias en la elaboración de la panela.

Para llevar a cabo esta encuesta se contó con administrativos y trabajadores de la organización, seleccionados aleatoriamente. Entre los seleccionados se cuenta con 18 personas de edades entre 25 a 60 años de edad, registrando 11 mujeres y 7 hombres quienes fueron los encargados de apoyar el proceso de diagnóstico. Para este proceso se le informo al personal con anterioridad, para la recolección de información, con el consentimiento de los altos directivos.

La encuesta se hizo de manera presencial, en los puestos de trabajo de cada participante. La aplicación de la encuesta se hizo en tres días, debido a que los participantes no son constantes dentro de la estructura del trapiche.

Una vez recolectada la información, se procede al análisis y la tabulación de los datos utilizando la herramienta de Excel para el estudio grafico de los datos en una tabla.

Tabla 2: Cálculo de la muestra

Letra	Descripción
<b>n</b>	Tamaño de la muestra poblacional que se desea obtener (número de observaciones)
<b>N</b>	Tamaño de la población total
<b>S</b>	Representa la desviación estándar de la población. En caso de desconocer este dato es común utilizar un valor constante que equivale a 0.5.
<b>e</b>	Representa el límite aceptable de error muestral, generalmente va de 1% (0.01) al 9% (0.09), siendo 5% (0.5) el valor estándar usado en las investigaciones.
<b>Z</b>	Es el nivel de confianza. Su valor es una constante, por lo general se tienen dos valores dependiendo el grado de confianza que se desee siendo 99% el valor más alto (este valor equivale a 2.58) y 95% (1.96) el valor mínimo aceptado para considerar la investigación como confiable.

$$N = 25$$

$$S = 0.5$$

$$e = 0.4$$

$$z = 1.96$$

$$n = ?$$

**Formula:**

$$n = \frac{e^2}{z^2} + \frac{S^2}{N} \quad n = \frac{(0,5)^2}{(1,96)^2} + \frac{(0,5)^2}{(25)}$$

$$n = 17,6 \approx 18 \text{ personas}$$

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la encuesta realizada dando cumplimiento al primer objetivo específico, el cual era realizar un diagnóstico que contribuya a identificar las causas que pueden intervenir en el proceso productivo de la empresa; tomando de apoyo a 18 personas activas de la organización para el desarrollo de esta.

A través de la aplicación del cuestionario para la identificación del conocimiento de las herramientas del lean manufacturing en la organización el día 21 de julio del 2021, en el trapiche en el cual se evaluaron 15 preguntas que buscaban evaluar 15 criterios.

La figura 2. representa el porcentaje de 10 criterios que la organización no cumplen que equivalen al 67% y 5 criterios que cumplen equivalentes al 33% los criterios con los que no cumple son la inexistencia de conocimiento sobre herramientas del lean manufacturing, metodologías para eliminar cuellos de botella, realización de capacitaciones, señalizaciones en la planta, dotación y elementos de seguridad para el personal.) frente a lo que se cumple parcialmente que son 5 criterios entre los cuales están (identificar actividades que generan valor, cumplimiento de la demanda mensual requerida, función y horario de los trabajadores, etc.), generando un resultado de falta de conocimiento en las herramientas del lean manufacturing para la mejora continua de los procesos, de un 67% frente a un 33% de cumplimiento en otras actividades que generan valor al proceso.

Figura 2. Resultados del diagnóstico

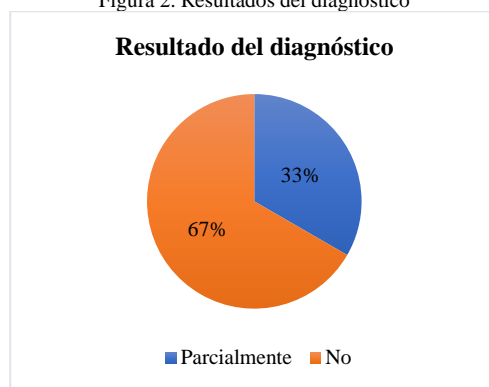


Tabla 3. resumen de los resultados de la encuesta

Pregunta encuesta	Resultados %
1. Conoce usted sobre las herramientas del lean manufacturing?	100% de los trabajadores desconocen las herramientas del lean manufacturig
2. ¿Aplica o ha aplicado alguna o algunas herramientas del lean manufacturing en el trapiche?	100% de las personas encuestadas niegan haber aplicado alguna de estas herramientas.
3. ¿Se cuenta con metodologías para eliminar cuellos de botella?	El 100% de las personas niegan utilizar una metodología para eliminar los cuellos de botella durante el proceso productivo.
4. ¿Se tiene claridad sobre actividades que agregan valor al producto?	Del 100% de las personas encuestadas el 83% dijo que no frente a un 17% que afirman que si la tienen.
5. ¿Se realizan capacitaciones al personal de la empresa sobre la mejora continua de los procesos?	El 100% del personal encuestado aseguran no haber recibido capacitaciones acerca de la mejora continua de los procesos.
6. ¿Con que frecuencia se realizan capacitaciones de mejora de los procesos?	En su totalidad no se realizan tales capacitaciones.
7. ¿Cuántos trabajadores tiene la empresa?	El 100 % de las personas encuestadas afirman que son 10 trabajadores los que laboran constantemente en la empresa.
8. ¿Qué turnos maneja el trapiche?	100% el trapiche maneja un horario de tiempo completo.
9. ¿Cuál es la producción mensual?	El 100% de las personas encuestadas respondieron que la se producen 800 arrobas de panela mensualmente.
10. ¿Las zonas de circulación están correctamente señalizadas?	En su totalidad, el trapiche no tiene demarcadas las zonas de circulación
11. ¿Se suministra dotación adecuada a los operarios?	100% de la encuesta afirman que el personal que labora en el trapiche no cuenta con una adecuada dotación.
12. ¿Los operarios hacen uso adecuado de los elementos de protección personal (EPP)?	Los trabajadores no cuentan con los respectivos elementos de protección en su totalidad
13. ¿L a empresa cuanta con una adecuada distribución en planta?	Del 100% de las personas encuestadas el 83% dijo el trapiche no cuenta con una adecuada distribución en planta frente a un 17% que afirman que si la tiene.
14. ¿Se realizan inventarios de materia prima e insumos con anterioridad?	Del 100% de las personas encuestadas el 78% niegan que se realizan estos inventarios, frente a un 22% que afirman que si se hacen con anterioridad.
15. ¿Cuál es la demanda mensual?	La demanda mensual es de 800 arrobas de panela, lo que equivale al 100% de las afirmaciones obtenidas.

La constante eliminación de las Mudras, permiten el estado ideal de los procesos. A continuación, se describen los desperdicios encontrados el proceso de elaboración de la panela.

La constante eliminación de las Mudras, permiten el estado ideal de los procesos. El trapiche la palmereña no cuenta con un manual o una ficha técnica donde se encuentren estandarizados y estipulados cada uno de los procesos o actividades que se realizan y la manera de llevarlas a cabo, en el día a día dentro de la organización hacen que el recurso humano realice cada una de las tareas asignadas de una forma metódica, convirtiéndose en personas limitadas en sus puestos de trabajos de acuerdo a la información recolectada, y en la encuesta realizada donde se detectaron los siguientes desperdicios que entorpecen el proceso de producción.

A continuación, se describen los desperdicios encontrados el proceso de elaboración de la panela.

- **El desperdicio de Transporte:** De los productos o materiales de un lugar a otro. Todo transporte nos hace invertir esfuerzo y tiempo. [2] En el trapiche se presenta mucha dificultad para el desplazamiento de los vehículos que transportan la materia prima (caña de azúcar) hasta la bodega de almacenamiento del trapiche con tiempos hasta de 2 horas de retraso, debido principalmente al mal estado de las vías.
- **El desperdicio de la Espera:** Tiempos invertidos por las máquinas o por las personas. Hay que entenderlo como tiempo que debo esperar a que esté disponible una máquina o una persona o cualquier tiempo que deba esperar por algún motivo y, por tanto, es un desperdicio. En el caso del trapiche, se presenta por desabastecimiento de materia prima; el personal debe esperar aproximadamente 3 horas mientras llega el camión y descargan la caña, para iniciar la molienda.
- **El desperdicio de los Movimientos:** Los movimientos que deban realizar las personas para cumplir con su trabajo. Todo movimiento no nos aporta valor por tanto es un desperdicio y hay que minimizarlo. En el trapiche se presenta por falta de personal necesario y esto genera movimientos repetitivos en los empleados que se les han asignado más de una actividad, lo cual les puede causar enfermedades laborales.

Tabla 4. Costos de Producción

Costo total materia prima	
---------------------------	--

Insumo	Unidad/medida	Costo/unitario	Costo total
Caña de azúcar	10 toneladas	\$ 773.049	\$ 7.730.490
Insumos	20 kg	\$ 6.000	\$ 120.000
Empaque	400 unidades	\$ 500	\$ 200.000
<b>Total</b>			<b>\$ 8.050.490</b>

Fijar los salarios para los empleados de la planta (teniendo en cuenta el salario mínimo legal vigente y los parafiscales). Se hace una tabla donde se evidencia cargo, salario y total nómina mensual.

Tabla 5. Gastos de Salarios

Mano de obra	Cantidad	Salario	Auxilio de transporte	Valor total
Representante legal	1 persona	\$ 1.500.000	No aplica	\$ 1.500.000
Administrador	1 persona	\$ 1.200.000	No Aplica	\$ 1.200.000
Operario molino extractor de jugo	1 operario	\$ 908.526	\$ 102.853	\$ 1.011.379
Hornero	1 operarios	\$ 908.526	\$ 102.853	\$ 1.011.379
Fogonero	1 persona	\$ 908.526	\$ 102.853	\$ 1.011.379
Bagacero	1 persona	\$ 908.526	\$ 102.853	\$ 1.011.379
Moldero	1 persona	\$ 908.526	\$ 102.853	\$ 1.011.379
Empaque	1 persona	\$ 908.526	\$ 102.853	\$ 1.011.379
Servicios Públicos	N/A	\$ 350.000	N/A	\$ 350.000
<b>Total</b>				<b>\$ 9.118.274</b>

El costo de producción del trapiche la Palmereña es de **\$ 17.168.764**

Medida total de la productividad

- 800 arrobas de panela/mes
- 6 trabajadores
- 10 horas de trabajo diarias
- 20 días al mes
- 10 toneladas de caña de azúcar/mes
- Precio de la caña \$ 773.049/tonelada
- Costo trabajador \$ 1.011.379/hora
- Precio arroba de panela \$ 40.000/u

Productividad = producción/ horas trabajadas

800 arrobas de panela x precio de cada arroba de panela \$ 40.000 = \$ 32.000.000

\$ 32.000.000 – \$17.168.764 = \$ 14.831.236 es la ganancia mensual del trapiche

**Productividad = producción/ horas trabajadas**

$$\text{Productividad} = \frac{800 \text{ Arrobas}}{200 \text{ horas trabajadas}} = 4 \text{ Arrobas/hora}$$

Tabla 6. Costos de maquinaria y equipo

Maquinaria y equipo			
Detalle de la inversión	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Caldera fija	1	\$ 700.000	\$ 700.000
Molino	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Limpiador 1	1	\$ 700.000	\$ 700.000
Limpiador 2 tanque decantador	1	\$ 700.000	\$ 700.000
Clarificador	1	\$ 700.000	\$ 700.000
Evaporador	1	\$ 700.000	\$ 700.000
Mielero	1	\$ 700.000	\$ 700.000
Batea	2	\$ 600.000	\$ 1.200.000
Gaberas	5	\$ 360.000	\$ 1.800.000
<b>Total</b>			<b>\$ 12.200.000</b>

Cálculo de la Eficiencia mensual del Trapiche

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Estandar}} \times 100$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{800 \text{ Arrobas de panela}}{1200 \text{ Arrobas de panela}} \times 100 = 66,6\%$$

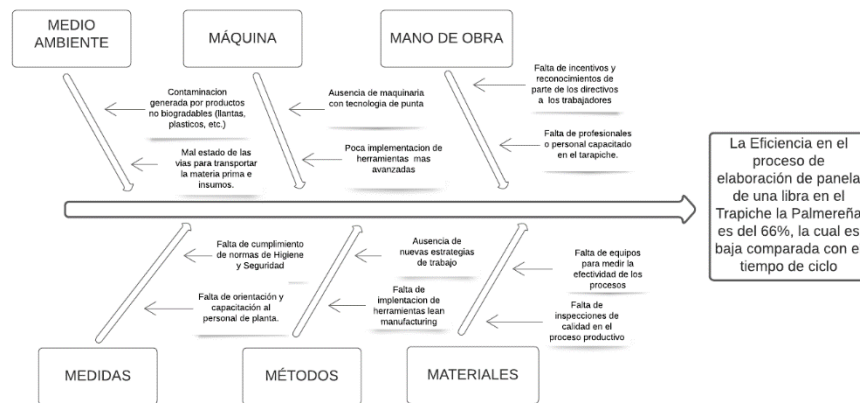
Actualmente el trapiche produce 800 arrobas de panela al mes que equivalen a 19.200 unidades de panelas de una libra elaboradas en 20 días de trabajo, pero este tiene la capacidad para producir 1.200 arrobas de panela mensualmente que equivalen a 28.800 panelas de una libra, y se comparó con el tiempo de ciclo y se observó que era mayor, es decir, presenta un problema de eficiencia

en el proceso productivo de 66.6% y es allí donde se plantea el diagrama causa y efecto, reflejando la baja eficiencia como problema causa raíz de la empresa.

Puesto que la eficiencia del trapiche, no supera el 66%, se lleva a cabo un análisis de cauda raíz mediante el diagrama causa y efecto, este facilita visualizar las causas negativas que generan la falta de conocimiento y aplicación de las herramientas del lean manufacturing y otras dentro de la organización. Por medio de este se hará el análisis respectivo que permitirá dar mayor eficiencia a los procesos de producción de panela por parte de los socios, situaciones que no han sido tomadas en cuenta y que podría afectar el equilibrio de la actividad manufacturera de la empresa.

Según el análisis hecho sobre los resultados obtenidos en el cálculo de la eficiencia, el trapiche presenta una eficiencia de 66%, lo cual genera un impacto negativo en la productividad de la organización.

Figura. 3: Diagrama causa-efecto producción de panela



- **Mano de obra:** debido a la poca proyección que tienen los directivos hacia el futuro, no sienten la necesidad de contratar personal profesional o capacitado para impulsar la mejora continua de los procesos.
- **Maquina:** la falta de estudios o planeación del trapiche, los directivos no invierten en máquinas y equipos con tecnología de punta que puedan ayudar a mejorar la eficiencia de los procesos.
- **Medio Ambiente:** la organización no cuenta con un buen manejo de aguas residuales y materiales tóxicos o altamente contaminantes.
- **Materiales:** no se implementan programas como software para llevar a cabo registros y procedimientos de la empresa.
- **Métodos:** desconocimiento de herramientas de innovación y falta de iniciativa hacia el mejoramiento productivo del trapiche.
- **Medidas:** poca búsqueda de nuevos conocimientos y preparación para alcanzar mayores metas.

VSM (Valué Street Mapping) o mapeo de la cadena de valor es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas. Esta técnica es una de las más utilizadas para establecer planes de mejora siendo muy precisa debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados. [3]

El VSM es un gráfico compuesto de íconos y símbolos simples y que describen principalmente 2 tipos de flujo:

- El flujo de información que comprende las actividades realizadas desde que el cliente realiza la orden hasta que una orden de trabajo o producción es generada.
- El otro flujo es el de materiales, en el que se tienen en cuenta todos los procesos necesarios para producir el bien, hasta que es entregado al cliente.

A cada una de las operaciones o procesos se le asignan indicadores o medidas de desempeño que permitan conocer y visualizar el estado actual del proceso y que generalmente son: tiempo de ciclo, tiempo de cambio de referencia, tiempo de paradas y número de operadores por equipo entre otros. En esta etapa se crea el primer VSM actual del trapiche, el cual muestra el flujo de información, el flujo de producto, el nivel de inventarios de cada uno de ellos, posibles acciones a mejorar y el tiempo que añade y no añade valor al proceso.

Se utiliza la herramienta Takt Time con el fin de satisfacer la demanda del cliente, por medio de este cálculo podemos identificar la cantidad a producir diaria, semanal y mensualmente. También es útil tanto para empresas de manufactura como para de servicios.

Para realizar el mapa actual se obtiene el tiempo de ciclo y el Takt Time de la siguiente manera:

Tabla 7. Calculo Takt Time

VARIABLES	CANTIDAD	DETALLES
Demanda del cliente	800	arobas de panela al mes
Producción semanal	200	Arobas de panela semanalmente
Día de trabajo (10 h x 60 min)	600	min/día
Tiempo no productivo	60	min
Días laborables al mes	20	días
Disponibilidad de máquinas %	70%	
Número de piezas Scrap	24 panelas	1 arroba

Se utiliza la herramienta Takt Time con el fin de satisfacer la demanda del cliente, por medio de este cálculo podemos identificar la cantidad a producir diaria, semanal y mensualmente. También es útil tanto para empresas de manufactura como para de servicios.

Formula:

$$\text{Takt Time} = \frac{W}{D}$$

<b>D</b>	demanda diaria promedio del cliente para un articulo
<b>W</b>	tiempo de trabajo total disponible por día, en segundos

Donde el tiempo disponible por día es el siguiente:

1 turno de trabajo por día
10 horas / turno
30 min de almuerzo
30 min de desayuno
10 horas - 1 hora = 9 horas = 540 min = <b>32,400</b> segundos disponibles

Demanda diaria es: 60 arobas

Formula:

$$\text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Unidades demandadas}}$$

Por lo tanto, el tiempo takt time es:  $\frac{32,400 \text{ segundos}}{1,440 \text{ u}} = 22,5 \text{ s/u}$

Para poder sacar la demanda de 60 arobas de panelas diarias, se debe producir una panela cada 22.5 segundos.

$$\text{Tiempo de ciclo} = \frac{\text{Tiempo producción neto}}{\text{Numero de Unidades producidas}}$$

Las Unidades producidas son 960/día.

$$\text{Formula: } \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Producción}}$$

Por lo tanto, el tiempo de ciclo es:  $\frac{32.400 \text{ s}}{960 \text{ unds}} = 33.75 \approx 34 \left(\frac{\text{s}}{\text{und}}\right)$

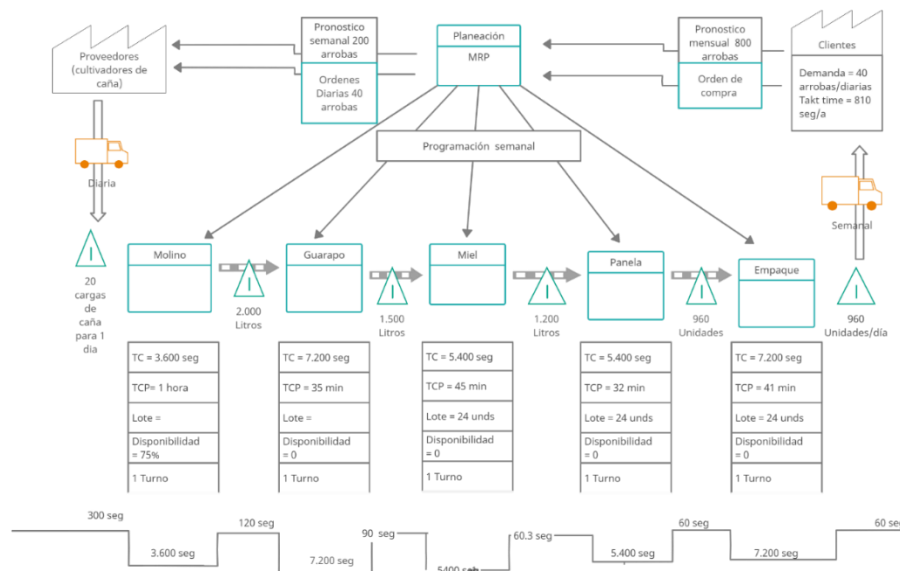
El trapiche debe producir cada unidad de panela en un tiempo de 22,5 segundos para poder cumplir con la demanda semanal.

De acuerdo a la información obtenida a través de la investigación, se desarrolla el mapa actual del Trapiche Comunitario la Palmereña el cual queda de la siguiente manera:

Teniendo en cuenta las secciones presentadas anteriormente se da cumplimiento al objetivo 1 presentando el VSM actual del trapiche

Figura 4. VSM actual





Elaboración: propia

TVA (Tiempo Valor Añadido) =  $3600+7200+5400+5400+7200= 28.800$  segundos

TNVA (Tiempo no valor Añadido) =  $300+ 120+90+60.3+60+60 = 690.3$  segundos

Teniendo en cuenta el análisis hecho a la Figura 4. Se puede observar un estándar del proceso de 8 horas que equivalen a 28.800 segundos; el lead time es de 690,3 s, el Takt Time corresponde a 810 s/arrobos. Las actividades con mayor tiempo de ejecución son la transformación de guarapo a miel con tiempo de 7200 segundos y de panela a empaque con tiempo de 7200 segundos.

Haciendo el respectivo análisis desde el inicio, de proceso a proceso, para conocer los tiempos que no agregan valor (Lead Time) al proceso productivo en la elaboración de la panela, empezando desde la entrada de la caña al molino hasta la extracción del guarapo, el tiempo para la realización de una panela será de 3.2 segundos; el tiempo para pasar del molino a guarapo en la realización de una panela será de 8 segundos, para pasar de guarapo a miel para una unidad será de 10.6 segundos, para pasar de miel a las gabelas o moldes para una unidad será de 16 segundos, finalmente al pasar de panela a empaque por unidad el tiempo será de 16 segundos.

Como se ve reflejado en la Tabla 5, en los turnos laborales varían las horas de inicio y de finalización de trabajo, debido al desabastecimiento de materia prima (caña de azúcar), por tanto, es allí donde se presenta el cuello de botella el cual hace que el proceso productivo sea menos eficiente lo que representa varios tiempos muertos, y por ende disminuye el volumen de producción.

El Takt Time, el lead time y el tiempo del ciclo total se relacionan entre sí y son importantes dentro de una planta de producción.

**Tiempo de Ciclo:** es el cálculo que permite conocer y analizar el tiempo de transformación de la materia prima en producto, que según lo identificado es de 34 segundos por unidad.

**Takt Time:** es el cálculo que permite identificar la velocidad de la producción, para cumplir con la demanda del cliente, que según lo identificado es de 22,5 segundos por unidad.

**Lead Time:** permite conocer el lapso de tiempo para la entrega del producto al cliente, que según lo identificado es de 53,8 segundos por unidad.

**C. Fase II: Optimizar la línea de producción de panela mediante lean Manufacturing:** Ya definidos anteriormente estos tres desperdicios del proceso, se procede a estudiar las herramientas del lean manufacturing y compararlas con las oportunidades de mejora, para conseguir resolver los problemas del proceso de producción de panela en el trapiche la Palmereña. Las herramientas que pueden ser utilizadas en el proceso son: poka yoke y las 5s. En seguida se analizará el impacto que podría tener estas dos herramientas en el proceso.

Herramienta Poka Yoke: es el método por el cual se plantea una solución que minimice o evite posibles fallos o errores en los procesos. También permite corregir ineficiencias en el supuesto que puedan producirse. [4]

Planeación estratégica, la cual nos permita visualizar la producción mensual para evitar paros de producción innecesarios en la línea, que puedan afectar la productividad de la empresa.

La primera técnica se enfoca en el diseño de la panela, implementando un modelo estándar donde todas las unidades cumplan las mismas características, por ejemplo, que todas las panelas sean del mismo tamaño, peso y grosor; también detectando los errores que ocurren en la fuente como las características de la materia prima (caña de azúcar), para que cumplan con los

componentes requeridos para el consumo del producto final, llevando el debido control de prevención que permita eliminar o disminuir los defectos y se obtengan productos de alta calidad que aumenten la satisfacción de los clientes.

Existen algunos dispositivos o planes de acción que al ser instalados o aplicados que pueden reducir las fallas en los procesos o posibles defectos que se pueden producir en el producto terminado. A continuación, se presentan algunos dispositivos que se pueden implementar en el proceso productivo del trapiche la Palmereña:

Tabla 8. Dispositivos poka yoke

Dispositivos del Proceso	Planes de Acción
1. Sensor final de carrera: previene que haya otros agentes o sustancias diferentes a la materia prima, evitando posible contaminación cruzada.	Check List: verificación del estado de máquinas, equipos, materia prima e insumos, antes de iniciar la producción diaria de la empresa.
2. Manómetro de temperatura: mide los grados de temperatura del guarapo y la miel durante el proceso.	Ficha técnica del producto: documento el cual se compone de todas las características del producto (tamaño, peso, grosor, textura, color, forma de empaque y cantidad de unidades empacadas).
3. Sensor de nivel: mide la cantidad de guarapo que contiene la caldera.	Manual de procesos: documento que apoya el funcionamiento de la organización, en el cual se informa acerca de las políticas, objetivos, responsabilidades, funciones y actividades de la misma; cuyo objetivo es proveer los lineamientos, normas y reglas de cómo utilizar algo de una forma sistemática, explícita y ordenada.
4. Filtros de purificación del guarapo: instalación de dos filtros, uno después del molino donde sale el guarapo y el segundo se instalaría antes del tanque de almacenamiento de guarapo.	

Figura 5. Sensor final de carrera



Este dispositivo fue diseñado para la seguridad e integridad física de personas que operen maquinas, el cual es instalado en las puertas, sin importar la función que realice dicha maquina; este mecanismo al ser activado suspende automáticamente el movimiento de la máquina. [5] Este se puede implementar en el molino que extrae el jugo de la caña, el cual evitara posibles accidentes de trabajo en caso de que un operario meta las manos o los brazos.

Figura 6. Manómetro de temperatura



Manómetro de temperatura está diseñado para monitorear los niveles de temperatura que arroja un proceso. Este dispositivo es implementado en diferentes procesos industriales, todo esto con el fin de obtener un control numérico el cual permite tomar decisiones durante el proceso.

Este sensor puede ser implementado en el área de las calderas donde surge el proceso de transformación del guarapo a miel; el dispositivo irá instalado directamente en cada una de las calderas, todo esto permite la estandarización del proceso de cocción del jugo de caña.

#### SENSOR DE NIVEL

El sensor de nivel es un dispositivo cuya función es regular, controlar un determinado liquido o sustancia que se encuentre almacenado en un tanque, con el objetivo de tener controlado el nivel de líquido requerido en el proceso.

Este sistema disminuye desperdicios, reduce los cuellos de botella que están inmersos en los procedimientos para la elaboración de la panela y se crean estándares dentro de la línea de producción mediante los datos obtenidos.

Este dispositivo se puede instalar en: tanques de almacenamiento de agua potable, guarapo y miel; de esta manera evitar desperdicios y reducir costos de mano de obra.

Figura 7. Sensor de nivel



Figura 8. Filtros de purificación



Los filtros de purificación son dispositivos instalados al inicio o al final de una cadena productiva, con el fin de minimizar o eliminar agentes líquidos o sólidos que contaminen la sustancia. Toda sustancia debe pasar por un proceso de filtración, ya que son líquidos fáciles de contaminarse.

El sistema de filtración del guarapo se puede adaptar en la salida del molino, en la entrada y la salida del tanque de almacenamiento del jugo de la caña.

Tabla 9. Lista de chequeo

<b>Check list trapiche la palmereña</b>		<b>Si</b>	<b>No</b>
1	Se cuenta con la materia prima para el proceso	<b>X</b>	
2	Se cuenta con la cantidad de personal idóneo para el proceso		<b>X</b>
3	Se suministra los elementos de protección personal necesarios y adecuados para el personal		<b>X</b>
4	Se realizan capacitaciones constantes dentro de la planta		<b>X</b>
5	La planta cuenta con toda la seguridad en las maquinas, equipos e instalaciones para su debido funcionamiento		<b>X</b>
6	Existe una oficina física en el trapiche		<b>X</b>
7	Los procesos están estandarizados		<b>X</b>
8	Existe un manual de procedimientos en el trapiche		<b>X</b>
9	Existe ficha técnica del producto	<b>X</b>	
10	Se aplica cronograma de mantenimiento	<b>X</b>	
11	Las actividades de mantenimiento se realizan mensual	<b>X</b>	

<b>Resultado check list</b>		<b>Respuesta positiva %</b>	<b>Respuesta negativa %</b>
Si	4	36	64
No	7		
Total	11		
%	100		

<b>Respuesta</b>	
1	Las respuestas negativas contestadas en el check list por 2 personas que laboran en el trapiche la palmereña corresponden al 36,3 %.
2	Las respuestas positivas del check list que se realizó en proceso productivo de la palmareña equivale al 63, 6 % las cuales se hicieron a 3 colaboradores del trapiche.

Esta lista de chequeo se realiza con cinco colaboradores del trapiche, los cuales tienen diferentes cargos para poder recolectar información verídica, que permite arrojar datos que facilitan identificar el estado actual de la planta de producción; esta herramienta permite la aplicación de mejora al trapiche, se recomienda aplicar la lista de chequeo a los trabajadores antes de iniciar la producción.

- **DIBUJO DEL PRODUCTO EN VISTAS DEL PRODUCTO**

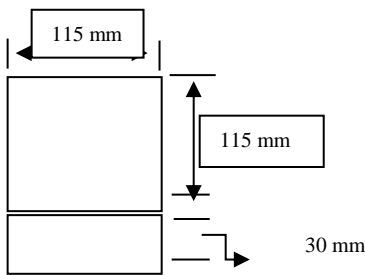


Figura 12. Dimensiones de la Panela Cuadrada  
Fuente: Autores

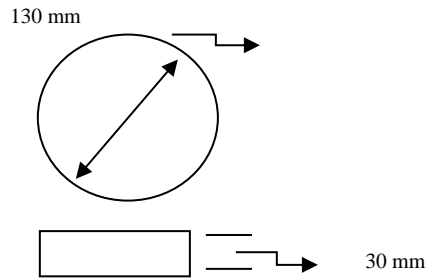


figura 13. Dimensiones de la Panela Redonda  
Fuente: Autores

### INSUMOS

- Jugo de caña
- Bicarbonato de sodio
- Óxido de calcio

### EQUIPO E INSTRUMENTOS

- Motor extractor de jugos, diésel y eléctrico
- Pailas clarificadoras
- Pailas concentradoras
- Hornillas
- Cucharas de palo
- Filtro y pre limpiador para jugo

### MANUAL DE PPROCESOS O PROCEDIMIENTOS

figura 14. Diagrama paso a paso de implementación del poka yoke.



### LAS 5S

El método 5S surge en Japón tras la Segunda Guerra Mundial. Se implantó por primera vez en los años 60 dentro de una fábrica de producción de Toyota. Su principal objetivo es mantener y mejorar las condiciones de organización, orden y limpieza, así como mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, clima laboral, motivación personal y eficiencia. No es por tanto una mera cuestión de estética, sino más bien una cultura de trabajo, mediante la práctica planificada de los conceptos básicos de la calidad total. La implantación del método de “las 5S” supone un pilar básico para edificar un proceso de mejora continua firme y duradera.

¿Qué son las 5S?

Las “5S” son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen el método.

El **método de las 5s** es un concepto que aplicado continuamente a la gestión y administración del puesto de trabajo conduce a un proceso de mejora continua, consiguiendo mejorar la productividad, competitividad y calidad en las empresas. [6].

Figura 15. Fases del método 5s



**SEIRI – SELECCIONAR.** Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de estos últimos, el trapiche presenta el área de moldeo de panela desorganizada, ya que las gabelas se encuentran en contacto directo con el suelo generando así, contaminación cruzada. Este instrumento es indispensable para el Proceso Productivo, debe de existir una clasificación adecuada para estos tipos de gabelas, en un lugar apropiado libre de agentes que afecten o contaminen estos instrumentos de moldeos, la separación debe realizarse por características como el tamaño, el tipo de molde que es y el material que está compuesta la misma.

#### UTILIZACIÓN



Figuras 16. Evidencias fotográficas del estado actual del Trapiche

#### SELECCIÓN



#### ¿Cuáles cosas no son necesarias?

- Envases vacíos, papeles, residuos, restos de materiales, etc.
- Herramientas que no están previstas ser utilizadas, repuestos, partes.
- Carteleros con fechas ya vencidas, documentos obsoletos, artículos en mal estado.

#### Recomendaciones

- No almacene cosas o materiales que no va a utilizar en el día.
- Devuelva lo que sobra a la bodega o depósito.
- Solicite lo que vaya a utilizar, solo cuando lo necesite.

#### ¿Cómo Ejecutarlo?

- Escoger y trabajar en un área piloto.
- Disponer los recursos necesarios en dicha área. No guardar cosas que sirvan para el desarrollo de su trabajo.
- Colocar solo las cosas necesarias en el puesto de trabajo.
- Evacuar lo innecesario y destinar un área para el descarte.
- identificar las causas para evitar nuevas acumulaciones.

#### TARJETA ROJA

La tarjeta roja permite identificar o marcar, que en el sitio de trabajo existen materiales o elementos innecesarios y que se debe tomar una acción correctiva. En algunas empresas se utiliza el color verde para indicar que existe un problema de contaminación,

azul si está relacionado el elemento con materiales de producción, roja si se trata de elementos que no pertenecen al trabajo como envases de comida, desechos de materiales de seguridad como guantes rotos, papeles innecesarios, etc.

Esta actividad consiste en colocar tarjetas rojas en las cosas innecesarias en el lugar de trabajo, para que cualquier persona pueda identificarlas y así tener mayor control y ambiente en las áreas de trabajo.

Tabla 10. Tarjeta Roja

Tarjeta roja					
Nombre del artículo					
Categoría	1. maquinaria		5. inventario en proceso		
	2. Accesorio y herramientas		6. Producto terminado		
	3. Instrumental de medición		7. Equipo de oficina		
	4. Materia prima		8. Librería y papelería		
Fecha		Localización		10. tipo de coordenada	
Cantidad		Unidad de medida		Valor	
Razón	1. No se necesita				
	2. Defectuoso				
	3. No se necesita pronto				
	4. Material de desperdicio				
	5. Uso desconocido				
	6. Contaminante				
	7. Otros				
Consideraciones especiales de almacenajes					
	Ventilación			En camas de	
	Frágil			Máxima altura	
	Explosivo			Ambiente	
Elaborada por			Departamento o sección		
Forma de desecho	1. Tirar		Desecho completo		
	2. Vender				
	3 otros				
	4. mover áreas de tarjeta rojas		Firmas autorizadas		
	5. uso desconocido				
	6. regresar proveedor int o exte				
Fecha de desecho	Firma de autorización			Fecha de desecho	
	Vender o tirar				
Nombre:		Fecha:	Folio	Tarjeta r mini planta	

Fuente: Autores

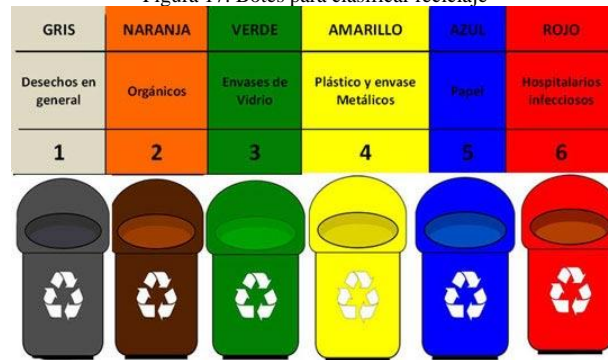
### Elementos o materiales que fueron clasificados:

El bagazo, las gabelas, herramientas (rastrillo atizador de fogón, machetes, palendras, martillos, llaves, etc.), material reciclable, artículos de aseo, la caña de azúcar, papel de azúcar, cera, cabuya, estibas, aceites o grasas, espátulas, cagiunga, baldes, cucharones.

En el trapiche comunitario la Palmereña, el bagazo se clasifica en dos partes un 40 % se almacena en el del patio de secado y es utilizado para el fogón, el otro 60 % se almacena en un lugar específico, donde este tiene un proceso de descomposición convirtiéndose en un muy buen abono, el cual es utilizado para los cultivos plátano, huertas caseras y los mismos cultivos de caña de azúcar.

La propuesta de reutilizar los materiales como: envases, botellas, cartón, papelería obsoleta y plásticos, ahora ya se hace efectiva con el destino de estos para reciclaje, los cuales ya se clasifican según el tipo de cada uno.

Figura 17. Botes para clasificar reciclaje



Según la figura 17, representa como se debe clasificar las basuras siguiendo el color de cada una de las canecas: en la caneca color gris, se depositan todos los desechos generales como periódicos, papel corrugado, papel de archivo, etc. El naranja son desechos orgánicos como restos de comida, desechos de la cocina los cuales son reutilizados como abono para las plantas. En la caneca color verde son depositados los envases de vidrio los cuales son reciclados para reutilizarse en otros procesos. La caneca amarilla se echan los plásticos y envases metálicos, que son reciclados para otros usos. La caneca azul se depositan papel reutilizable limpio y la caneca roja se depositan todos los residuos hospitalarios e infecciosos los cuales son desechados, quemados o enterrados [7].

Las herramientas se clasifican según el área donde se van a utilizar, estas se colocan en la pared enmarcadas cada una con su respectivo nombre de manera visible y en una altura alcanzable.

Los insumos se colocan en un estante dentro del área de producción de la panela y también se almacena parte en la bodega de materia prima.

Los artículos de aseo, se mantienen en un cuarto de aseo en estado limpio y accesible para cualquier área que requiera de estos elementos.

Las estibas y gabelas se almacenan en el área de moldeo y empaque al alcance de los operarios, se colocan las gabelas en manera de arrume, evitando el contacto con el piso y otros elementos que puedan contaminarlas.

**SEITON – ORDEN.** Se trata de establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

Figura 18. Evidencia fotográfica del estado actual de las hornillas del trapiche.



Fuente: propia

Esta fotografía identifica la falta de organización y de elementos adecuados e idóneos para la transformación del guarapo, estos elementos deben de ser de materiales especiales como el acero inoxidable, el cual facilita que el proceso de desinfección o saneamiento sea 100% efectivo para que el producto sea inocuo. La falta de baldes, cucharones o mecedor, tinas y otros bajan los niveles de calidad del producto, la falta de extractores de calor son también una falla identificada en esta área del trapiche.

De cinco áreas de trabajo del trapiche hay dos áreas más desordenadas que son: el área de cocina y el área de almacén.

### **COSTOS**

Buscar = 8 a 10 % del tiempo

Transportar = 6 a 8 % del tiempo total

= 16% del tiempo

Para 8 trabajadores

10 horas diarias de trabajo

$8 \times 5 \text{ min} = 40 \text{ min} \times 5 \text{ días} = 200 \text{ min semana}, 200 \times 4 = 800 \text{ min mes}/60 = 13.3 \text{ horas}$

Se calcula que al mes hay un tiempo muerto o tiempo perdido de 13 horas por parte de los 8 trabajadores que laboran en el trapiche.

$8 \times 13 \text{ horas/mes} \times 16\% = 16.6 = 17 \text{ horas no productivas al mes}$

Lo que representa:

$3371 \text{ \$ /hora} \times 16.6 = 17 \text{ horas/mes} = 5.597 \text{ \$ perdidos al mes}$

La empresa está perdiendo una cantidad de dinero de \$ 55.958 al mes, por falta de orden de los elementos en las áreas de trabajo.

### COMO PRACTICAR EL ORDEN

- Coloque los elementos de la mejor manera en el espacio físico del área de trabajo, para facilitar la actividad laboral y el flujo de las personas.
- Ubique los artículos de acuerdo con la frecuencia de uso “mientras más se use, más cerca”.
- Utilice rótulos de colores vivos para identificar los materiales.
- Busque el compromiso de todos para mantener el orden de la empresa.

### RECOMENDACIONES

- No colocar materiales en zonas de circulación.
- Colocar los elementos en forma visible para reducir tiempo de búsqueda (control visual).
- No colocar objetos encima de los estantes.
- Guardar las cosas siempre en el mismo lugar y con su respectiva identificación.
- Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar.

**SEISO – LIMPIEZA.** Basada en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado.

Figura 18. Evidencia fotográfica de la cocina del trapiche.



Fuente: propia

Los elementos que están en contacto con el jugo de caña, se encuentran en condiciones no aptas para la elaboración de alimentos; generando una mala imagen de contaminación directa al guarapo, todos estos factores afectan y generan un impacto negativo para los productores de panela en general.

El área donde más se refleja suciedad es donde está ubicada la cocina donde se realiza la transformación del guarapo a miel, se puede decir que presenta un 60% de suciedad; también se puede percibir suciedad en el área de los baños, el cual representa un 70% de suciedad.

El trapiche debe estar limpio para:

- Cuidar la salud de las personas.
- Los clientes tengan la mejor imagen de la organización.
- Evitar que los materiales o productos se dañen.
- Minimizar los riesgos de accidentes.
- Evitar contaminación de los alimentos.

Sugerencias

- Quien ensucia debe limpiar.
- Evitar derramar agua o aceites.
- Identifique el origen de la suciedad y elimínelo.
- Efectuar la inspección diaria de la limpieza y estado de sus herramientas, equipos y área o lugar de trabajo.
- Definir la responsabilidad por la limpieza de las áreas (baños, pasillos, salones, etc.).



Tabla 11. Resultado de las tres primeras S.

<b>Etapas</b>	<b>Ejemplo de Resultado</b>
Selección	Uso eficiente del espacio (áreas de trabajo, pasillos, bodega).
Orden	Reducir la pérdida de tiempo buscando cosas Disminuir la pérdida de cosas Eliminar condiciones inseguras.
Limpieza	Mejorar el ambiente de trabajo Eliminar causas de accidentes Detectar pérdidas de aguas o aceites Limpiar e inspeccionar todas las áreas del trapiche.

**SEIKETSU – ESTANDARIZACIÓN.** El objetivo es distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos dando lugar a un control visual. En el trapiche no se ha elaborado un manual de procedimientos para estandarizar cada uno de los procesos.

El trapiche no cuenta con una oficina física, en la cual se procese toda la información de cada uno de los procesos, los productos que se elaboran, la cantidad de personas que allí laboran, entre otras. No existe un área donde se archiven documentos de la parte financiera y contable del trapiche.

**SHITSUKE – DISCIPLINA.** Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas.

Se evidencia una falta de compromiso e interés de los colaboradores del trapiche y de sus directivos, ya que, no cumplen con algunas normas las cuales fueron creadas o nacieron por el bien del personal, se encontraron faltas como: ausentismo laboral, falta de implementación del uniforme o los elementos de protección personal, llegadas tardes al puesto de trabajo, uso inadecuado y constante de elementos tecnológicos dentro de la planta.

A continuación, se utiliza un formato de evaluación para cuantificar el cumplimiento de las 5s en el Trapiche Comunitario la Palmereña. Se pueden observar los resultados en la tabla 12 y en la figura 18.

## EVALUACIÓN DE LAS 5S

0 = Cumple  
 1 = Cumple periódicamente  
 2 = No cumple

Calificación Total = 63%

Meta = 100%

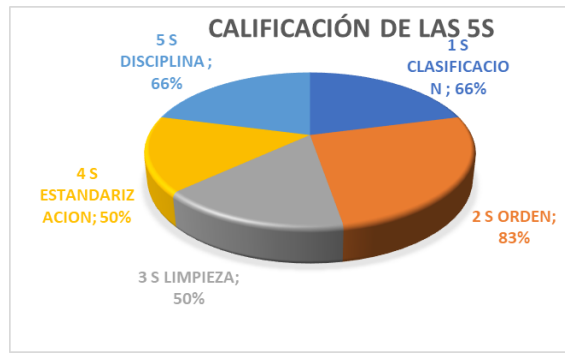
Tabla 12. Evaluación de las 5s en el trapiche.

	No	1 S CLASIFICACIÓN	2 S ORDEN	3 S LIMPIEZA	4 S ESTADARIZACION	5 S DISCIPLINA
<b>MAQUINAS / EQUIPOS</b>	1	¿Las máquinas y equipos del trapiche se encuentran en buen estado?	¿Las máquinas y equipos se encuentran ubicados correctamente según el proceso productivo que se realiza?	¿Se le realiza el mantenimiento y limpieza adecuada a máquina y equipos del trapiche?	¿Existen formatos o fichas técnicas sobre el mantenimiento y funcionamiento de las maquina?	¿Se operan las máquinas y equipos con todas las precauciones dichas por el fabricante?
		1	2	2	0	2
<b>BASURAS</b>	2	¿Se depositan correctamente los residuos aprovechables y no aprovechables, en las canecas correspondiente a cada uno?	¿Las canecas se encuentran ubicadas en sitios estratégicos dentro de la empresa?	¿Se desocupan las canecas, se lavan y se desinfectan periódicamente?	¿Existen formatos o documentos donde este plasmado el uso de los tarros de basuras, según el código de colores establecido en el Decreto 2184 del 2019?	¿El personal cumple el hábito de mantener y conservar el ambiente adecuado de las basuras?
		0	0	0	0	0
<b>HERRAMIENTAS</b>	3	¿Las herramientas son las idóneas para realizar cada una de las actividades dentro del trapiche?	¿Se encuentran ordenadas y cercas al lugar de uso?	¿Se le realiza saneamiento a cada herramienta después de su uso?	¿Las herramientas cuentan con señalización y enmarcación del área donde se almacenan?	¿Se manejan las herramientas de la manera adecuada y se utilizan para lo que esta hechas?
		2	1	0	1	0
<b>ALMACENAMIENTO</b>	4	¿La materia prima e insumos se encuentran en las cantidades ideales para su utilización?	¿Los insumos materia primas u otros elementos necesarios para la producción se encuentran debidamente marcados con nombre o cantidades?	¿La materia prima (caña) se encuentran libre de sustancias ajenas y contaminantes al proceso o producto como grasas, lubricantes o químicos?	¿La bodega de almacenamiento de producto terminado y de materia prima cuenta con las características indicadas para tal destino?	¿Se recibe la materia prima insumo verificando muy bien fecha de vencimiento y lotes?
		1	2	0	0	1
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	5	La infraestructura ( vías de acceso) se encuentran en buen estado?	¿El piso liso o de alta peligrosidad se encuentran identificados?	¿Existe humedad o sustancias como grasas o aceites en el piso o paredes de la empresa?	¿Los pisos y paredes se adaptan a cada uno de las labores que se realizan en cada área?	¿El personal del trapiche camina por los pasillos autorizados?
		0	0	0	0	0
<b>CIRCULACIÓN</b>	6	¿Existen vías adecuadas para el desplazamiento interno del trapiche?	¿Las vías de acceso se encuentran libre de obstáculos?	¿Se les realiza limpieza a los pasillos del trapiche?	¿Las áreas del trapiche están debidamente enmarcadas con sus respectivas señales?	¿Se tiene la cultura de respetar las zonas enmarcadas y señalizadas?
		0	0	1	2	1
<b>TOTAL</b>		0,6	0,8	0,5	0,5	0,6

Fuente: Autores

Basado en el diagnóstico inicial de las 5S del Trapiche la Palmereña, se aplica un formato de evaluación por medio del cual se obtiene: la empresa debe invertir y fortalecer más la correcta implementación de la herramienta 5S, ya que se puede evidenciar que el cumplimiento de la misma, está por debajo de los estándares establecidos; sin embargo, la meta es que se pueda alcanzar un 90 % en la aplicación, hasta obtener un 100 %

Figura 18. Calificación de las 5S



Haciendo el análisis de los datos arrojados en la figura 18, el trapiche solo cumple con un 63% en la aplicación de las 5S; sin embargo, este porcentaje no es suficiente ya que se encontraron factores que afectan el bienestar de los trabajadores, al proceso productivo y la imagen del trapiche, como: falta de señalización de las áreas, mala clasificación de los insumos, materiales cerca de las pailas donde se cocina el guarapo, a nivel general la parte física del trapiche por la falta de mantenimiento y aseo en la parte externa de la empresa, generando una mala imagen ante los clientes.

**Utilidad alcanzada**

**Formula:**

$$KPI = \frac{\text{Ingreso Total} - \text{Gasto Total}}{\text{Ingreso Total}}$$

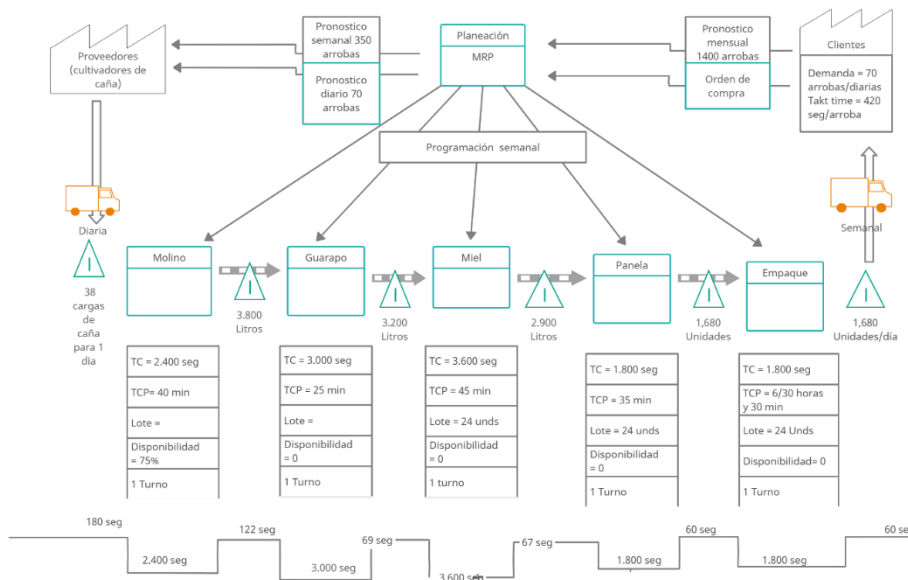
$$KPI = \frac{32.000.000 - 9.118.274}{32.000.000} = 0.71\%$$

El margen de utilidad del trapiche cada 30 días, equivale al 71%.

**D. Fase III. Evaluar el impacto de la mejora propuesta en la empresa.**

**VSM FUTURO DEL TRAPICHE**

Figura 19. VSM futuro.



Fuente: Autores

TVA (Tiempo Valor Añadido) = 2.400+3.000+3.600+1.800+1.800 = 12.600 segundos

TNVA (Tiempo no valor Añadido) = 180 + 122 + 69 + 67 + 60 + 60 = 558 segundos

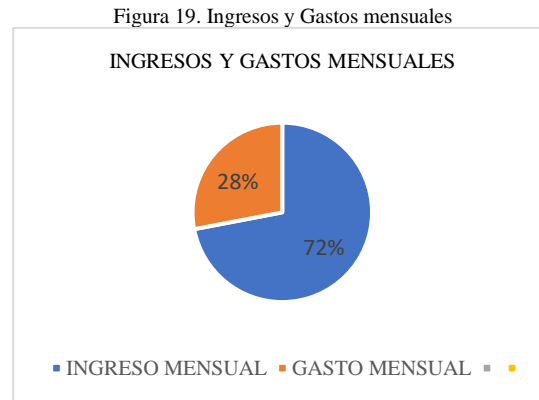
Teniendo en cuenta el análisis hecho a la Figura 19. Se puede observar un estándar del proceso de 7 horas que equivalen a 12.600 segundos; el lead time es de 558 s, el Takt Time corresponde a 420 s/arrobas. La actividad con mayor tiempo de ejecución es la de transformación de guarapo a miel con tiempo de ciclo de 3.600 segundos.

En el VSM futuro, se puede observar que hay una reducción de tiempo de valor no añadido de 132 segundos en el proceso productivo del trapiche.

Para calcular este indicador, se tiene en cuenta el valor de los ingresos y gastos mensuales para obtener como resultados un margen de utilidad del trapiche; a continuación, se representa mediante la gráfica 19 donde se pueden evidenciar los efectos esperados.

Ingreso Mensual: \$32.000.000 equivale a 72%

Gasto Total Mensual = \$ 9.118.274 equivale a 28%



**Evaluación del Plan de Mejora:** Para el desarrollo de esta evaluación de la mejora partimos de los objetivos, indicadores, procesos y resultados previstos en la línea de producción de la panela artesanal; se deben evaluar todos los procesos ejecutados y verificar su impacto en los resultados globales de la empresa. Estos resultados se deben evaluar teniendo en cuenta las siguientes herramientas:

- lean manufacturing.
- VSM (Value Stream Mapping)
- Herramienta Poka Yoke,
- las 5 s
- Despilfarro de tiempos en la línea de producción
- Despilfarros en los tiempos del transporte del producto
- Los ciclos de tiempo en cada proceso de producción
- Impacto en la eficiencia y productividad de los procesos
- Impacto en los productos o servicios,
- Impacto en la satisfacción de los clientes

Mediante la utilización del método cualitativo y cuantitativo; a través de entrevistas, encuestas, asesorías, análisis estadístico y control estadístico, se logrará ejecutar el mismo.

**Tabla 13. Cronograma de las herramientas evaluadas.**

Cronograma de las herramientas evaluadas						
Criterios	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
lean manufacturing	X					
VSM (Value Stream Mapping)		X				
Herramienta Poka Yoke,			X			
las 5 s			X			
Despilfarro de tiempos en la línea de producción				X		
Despilfarros en los tiempos del transporte del producto					X	
Los ciclos de tiempo en cada proceso de producción					X	
impacto en la eficiencia y productividad de los procesos						X
impacto en los productos o servicios y la satisfacción de los clientes						X

Elaboración: Fuente Propia

### Plan de evaluación

El trabajo se orienta a la mejora continua de la calidad del proceso productivo del trapiche comunitario la palmereña, el cual se ejecutó mediante las herramientas del lean manufacturing.

Este propósito general se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

1. Tener como herramienta principal el (VSM) y la mejora continua en los procesos de producción de la panela en las diferentes especificaciones.
2. Establecer criterios de calidad homogéneos a partir de la optimización en los procesos productivos.
3. Tener presente el despilfarro de tiempos en la producción y el transporte de la panela
4. Tener presente los tiempos de los ciclos del proceso de producción de panela en las diferentes especificaciones.
5. contribuir con la eficiencia en los procesos productivos.

- **Identificación y Valoración Cualitativa y cuantitativa del riesgo.**

Identificar los Riesgos es el proceso por el cual se determinan los riesgos que pueden influir en la ejecución del proyecto.

Para la valoración cualitativa del riesgo es importante identificar la probabilidad de ocurrencia del riesgo y el impacto que puede generar en el proyecto una vez se materialice el mismo. Para ello procederemos a exponer la escala para cada una de ellos a continuación:

**Tabla 14. Impacto de ocurrencia de riesgos.**

Impacto	Máximo	Como consecuencia un aumento en la probabilidad de fracaso del proyecto - puede afectar en gran medida la promesa de valor del proyecto - afecta la calidad y el alcance en niveles inaceptables.
	Alto	Afectaría el desarrollo de algunas actividades del proyecto lo que causaría restricciones en las fechas de entrega requeridas
	Medio	- causaría desviación de los objetivos del proyecto establecidos. - afecta el desarrollo de pocas actividades dentro de cronograma
	Bajo	

Elaboración: Fuente Propia

**Tabla 15. Puntuación sobre riesgo.**

Puntuación sobre 100			
Riesgo	Probabilidad	Alcance	Tiempo
Lean manufacturing	70%	40%	70%
Vsm (valué street mapping)	30%	30%	80%
Herramienta poka yoke, Las 5 s	50%	70%	80%
Despilfarro de tiempos en la línea de producción	70%	70%	75%
Despilfarros en los tiempos del transporte del producto	60%	20%	60%
Los ciclos de tiempo en cada proceso de producción	30%	30%	50%
Los ciclos de tiempo en cada proceso de producción	40%	35%	50%
Impacto en la eficiencia y productividad de los procesos	50%	40%	70%
Impacto en los productos o servicios y la satisfacción de los clientes	40%	70%	70%

Elaboración: Fuente Propia

## Tiempo

En el plan de evaluación propuesto hemos previsto el establecimiento de la evaluación del mismo, de tal manera que se realice la revisión evaluativa de forma oportuna y se garantice la retroalimentación de las actividades.

La evaluación del plan de mejora se desarrolló. De acuerdo a las herramientas de ingeniería, el cual se ejecutan en cada uno de los momentos mencionados anteriormente, en la temporalización de las actividades que se ejecutarán de la siguiente manera: primer año (corto plazo), segundo año (mediano plazo) y tercer año (largo plazo).

En cada uno de estos momentos la evaluación debe evidenciar los resultados que se han producido durante el período o, tal vez, los que han dejado de producirse.

## Probabilidad.

De acuerdo al esquema de calificación del riesgo, se ejecutó una ponderación probabilística con el propósito de reflejar unos resultados de viabilidad para la organización de acuerdo a unos objetivos determinados. Teniendo como referencia los riesgos evaluados para cada objetivo, Finalmente las oportunidades y las amenazas que se pueden presentar a lo largo del desarrollo del proyecto generando impacto positivo o negativo. De tal modo es viable su ejecución.

## CONCLUSIONES

- Se aplicaron las siguientes herramientas del lean manufacturing: las 5s, el VSM (Value Stream Mapping), el diagrama causa y efecto, poka yoke e indicadores KPI; realizando un bosquejo y una recolección de datos en un 90%; logrando identificar los cuellos de botellas que afectan el proceso productivo.
- La implementación del VSM (Value Stream Mapping), nos permitió analizar el estado actual de la planta de producción e identificar las fallas que inmersas en el proceso.
- Se logró la optimización de la producción de panela en un 95% con respecto al tiempo requerido, el cual es destinado para llevar a cabo esta actividad económica.
- Se logra mejorar la eficiencia de la línea de producción ya que se redujo los tiempos muertos ocasionados por fallas mecánicas o falta de capacitación en el personal operativo.
- Las herramientas 5s se dio a conocer a todo el personal de la planta y se pudo desarrollar en un 90 %; dándole solución a la problemática que allí se registró, brindando un acompañamiento por medio de charlas y accesorias, para dar solución oportuna y así poder mejorar la apariencia física de la planta y la protección de la integridad física de todos los colaboradores.
- Se logró medir y cuantificar los costos y gastos del trapiche, permitiéndonos visualizar las pérdidas y ganancias que deja esta actividad económica.
- Los indicadores KPI reflejan el aumento de las ganancias del trapiche hasta en un 71% cada 30 días.
- Se realizó un VSM (Value Stream Mapping) futuro, el cual nos permite disminuir el tiempo que se requiere para producir una unidad de panela, también se puede evidenciar la disminución de costos de producción y el incremento de la producción mejorando representativamente la eficiencia de la línea en un 98%.

## RECOMENDACIONES

- Establecer estrategias de calidad, que optimicen el trabajo en las áreas y registros garantizando un buen proceso de producción, se debe designar a una persona por turno que vigile el cumplimiento de la estructura propuesta por la 5s.
- Es vital el fortalecimiento del personal por medio de capacitaciones acerca de las buenas prácticas de manufactura, el buen uso de los elementos de protección personal, buscando el bien común de la organización, el cual se recomienda brindar capacitación constante al personal involucrado en la actividad productiva panelera, para lograr un nivel óptimo de responsabilidad, cumplir las buenas prácticas y conseguir una producción más limpia.
- Es necesario tener un buen stock de la materia prima que se utilizadas en la elaboración de panela, de tal manera que asegure la producción. Ya que los trapiches artesanales dependen de las sobras de la caña que dejan los ingenios azucareros.
- Teniendo en cuenta las condiciones higiénicas, tecnológicas del trapiche y ambientales, se recomienda implementar estrategias para el manejo de las aguas residuales y abundante almacenamiento del bagazo, de tal manera que permita reducir la contaminación.

## REFERENCIAS

- [1] Minciencias, <<https://minciencias.gov.co/>>, 09 11 2016. [En línea]. [Último acceso: 11 08 2021]. Tomado de [https://minciencias.gov.co/sala\\_de\\_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo](https://minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-el-segundo-pais-mas-biodiverso-del-mundo)
- COVALEDA, M. (1991-2104). *La competitividad de las cadenas agras productivas en Colombia*.  
COVALEDA, M. (2004). *LA COMPETITIVIDAD LA CADENA PRODUCTIVA EN COLOMBIA*. RISALDA: FEDEPANELA.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2013). Mejoramiento de la competitividad y sostenibilidad del sub sector panelero de Cundinamarca. 32.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2016). Construcción de trapiches paneleros. 44.
- EVELYN NAYIBE MAZUERA CABRERA, C. C. (2015). PLAN DE NEGOCIOS PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PANELA EN BLOQUE Y PULVERIZADA EN EL RESGUARDO INDÍGENA EL PALMAR - IMBÍ MEDIO, MUNICIPIO DE RICAURTE, DEPARTAMENTO DE NARIÑO. 174.
- FAO. (14 de junio de 2004). Producción de panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina.
- FEDEPANELA. (13 de NOVIEMBRE de 2009). *ABC PANELA*. Obtenido de [http://www.fedepanela.org.co/publicaciones/cartillas/abc\\_panela.pdf](http://www.fedepanela.org.co/publicaciones/cartillas/abc_panela.pdf)  
FedePanela. (2011). Obtenido de <http://www.fedepanela.org.co/>  
FedePanela. (2017). *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL FIJA EL PRECIO DE REFERENCIA DE LA PANELA PARA LIQUIDAR EL VALOR DE LA CUOTA DE FOMENTO PANELERO*. colombia.
- Gamboa C, W. (2013). Industrialization of transformation process and packaging of panela. 4.
- [2] J. Gomez, «los 7 desperdicios del lean tu proyecto,» Laboratorio de las TI, 2020. Tomado de <https://www.laboratorioti.com/2020/11/09/los-7-desperdicios-lean-de-tu-proyecto/>
- [3] L. Solutions, <<https://leansolutions.co/>>, marzo 2019. [En línea]. [Último acceso: 08 10 2021]. Tomado de <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/#:~:text=VSM%20es%20una%20t%C3%A9cnica%20gr%C3%A1fica,valor%20al%20proceso%20para%20posteriormente>
- PACHECO, E. (2017). *Adaptado de un estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales Derivados S.A.*
- PADILLA, R. Y. (2012). ANÁLISIS DE LA COMPETITIVIDAD DE LA INDUSTRIA PANELERA EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES DEPARTAMENTO DE SANTANDER. 129.
- pereira, U. C. (2014). La nostalgia de los trapiches.
- Pérez, M. T. (2011). La empresarización del sector panelero, factor de desarrollo de la productividad y competitividad. 12.
- [4] B. L. M. e. eapañol, «[www.lean manufacturing/](http://www.leanmanufacturing.com/),» 11 2008. [En línea]. [Último acceso: 13 10 2021]. Tomado de <https://geinfor.com/business/lead-time-vs-tiempo-de-ciclo-vs-takt-time-que-son-y-como-usarlos/>
- ACERO, P. (2003). *Ingeniería de metodos, movimientos y tiempos*. Bogota: ECOE.
- AGUDELO, J. H. (2013). INVESTIGACIÓN DE LOS TRAPICHES DEL MUNICIPIO DE SANTUARIO RISARALDA, ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD Y OPORTUNIDADES DE MEJORA PARA LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR. 132.
- ALCÁZAR, C. E. (2005). DISEÑO DE PROGRAMAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y LAS CONDICIONES AMBIENTALES MEDIANTE ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL TRAPICHE PANELERO LA REINA PEREIRA - RISARALDA. 196.
- <https://www.mecalux.com.co/blog/poka-yoke#:~:text=El%20Poka%2DYoke%20es%20una,de%20que%20leguen%20a%20producirse.>
- [5] M. d. Trabajo, «Decreto 1072 de 2015,» *Articulo 2.2.4.6.25 del Titulo 6*, pp. 103-104, 26 Mayo 2015. Tomado de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/filter-press-for-sugar-cane-juice-60662121618.html>
- <http://paneleros-tambocauca.blogspot.com/>
- JUAN ALEJANDRO MONSALVE OCAMPO, L. M. (2016). CARACTERIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO DEL TRAPICHE UMBRASÁ DE LA VEREDA EL CONGO DE BELÉN DE UMBRÍA RISARALDA. 83.
- kanawaty. (1996). *Introduccion al estudio del trabajo*. George.
- Linares. (2010). CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES DE SALUD Y LABORALES DE TRABAJADORES DEL SECTOR INFORMAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO. 38.

- Meyers, F. E. (2000). *Estudio de metodos y tiempos para la manufactura agil*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/49747904/Meyers-Estudio-de-Tiempos-y-Movimientos-para-la-Manufactura-Agil-2-ed>
- MinAgricultura. (25 de Junio de 2013). *MANUAL DE RECOLECCIÓN EN CAMPO EJERCICIO PANELA EN TRAPICHE*. Obtenido de [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7990/1/OA-PN-MAN-01\\_MANUAL%20DE%20RECOLECCION%20PANELA%20EN%20TRAPICHES.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7990/1/OA-PN-MAN-01_MANUAL%20DE%20RECOLECCION%20PANELA%20EN%20TRAPICHES.pdf)
- MINTRABAJO. (mayo de 2015). *SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST*. Obtenido de <file:///C:/Users/User1/Downloads/Programa%20Sistema%20de%20Gestion%20de%20Seguridad%20y%20Salud%20en%20el%20Trabajo.pdf>
- Moreno, W. Q. (2007). *Guía técnica agroindustria panelera*. 159.
- ACERO, P. (2003). *Ingeniería de metodos, movimientos y tiempos*. Bogota: ECOE.
- AGUDELO, J. H. (2013). INVESTIGACIÓN DE LOS TRAPICHES DEL MUNICIPIO DE SANTUARIO RISARALDA, ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD Y OPORTUNIDADES DE MEJORA PARA LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR. 132.
- ALCÁZAR, C. E. (2005). DISEÑO DE PROGRAMAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL PROCESO PRODUCTIVO Y LAS CONDICIONES AMBIENTALES MEDIANTE ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA EN EL TRAPICHE PANELERO LA REINA PEREIRA - RISARALDA. 196.
- ARROYAVE, C. G. (2012). ESTANDARIZACIÓN Y MEJORA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA ESTAMPADOS COLOR WAY SAS. 87.
- Borrero, J. H. (13 de 11 de 2013). *Papel hecho con residuos de caña revoluciona la agroindustria en Colombia*. Obtenido de [http://economia.elpais.com/economia/2013/11/05/agencias/1383664739\\_965735.html](http://economia.elpais.com/economia/2013/11/05/agencias/1383664739_965735.html)
- CORPOICA. (2007). Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera. 154.
- Corpoica. (2007). Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera.
- Corporación Centro Regional de Producción. (2007). Producción más Limpia en los trapiches del Valle del Cauca. 79.
- Correa, A. (13 de marzo de 2014). *La nostalgia de los trapiches*. Obtenido de Expresión digital UCP: <http://expresiondigital.ucp.edu.co/?p=6914>
- COVALEDA, M. (1991-2104). *La competitividad de las cadenas agras productivas en Colombia*.
- COVALEDA, M. (2004). *LA COMPETITIVIDAD LA CADENA PRODUCTIVA EN COLOMBIA*. RISARALDA: FEDEPANELA.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2013). Mejoramiento de la competitividad y sostenibilidad del sub sector panelero de Cundinamarca. 32.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. (2016). Construcción de trapiches paneleros. 44.
- EVELYN NAYIBE MAZUERA CABRERA, C. C. (2015). PLAN DE NEGOCIOS PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA PROCESADORA DE PANELA EN BLOQUE Y PULVERIZADA EN EL RESGUARDO INDÍGENA EL PALMAR - IMBÍ MEDIO, MUNICIPIO DE RICAURTE, DEPARTAMENTO DE NARIÑO. 174.
- FAO. (14 de junio de 2004). Producción de panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina.
- FEDEPANELA. (13 de NOVIEMBRE de 2009). *ABC PANELA*. Obtenido de [http://www.fedepanela.org.co/publicaciones/cartillas/abc\\_panela.pdf](http://www.fedepanela.org.co/publicaciones/cartillas/abc_panela.pdf)
- FedePanela. (2011). Obtenido de <http://www.fedepanela.org.co/>
- FedePanela. (2017). *MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL FIJA EL PRECIO DE REFERENCIA DE LA PANELA PARA LIQUIDAR EL VALOR DE LA CUOTA DE FOMENTO PANELERO*. colombia.
- Gamboa C, W. (2013). Industrialization of transformation process and packaging of panela. 4.
- GONZALEZ, C. F. (2009). *PROPUESTA DE DISEÑO DE PLANTA DE*. Medellin.
- Industry, A. F. (2013). Catherine M. Correal. 6.
- INVIMA. (13 de NOVIEMBRE de 2009). *ABC PANELA*. Obtenido de [http://www.fedepanela.org.co/publicaciones/cartillas/abc\\_panela.pdf](http://www.fedepanela.org.co/publicaciones/cartillas/abc_panela.pdf)
- kanawaty. (1996). *Introduccion al estudio del trabajo*. George.
- Linares. (2010). CARACTERIZACION DE LAS CONDICIONES DE SALUD Y LABORALES DE TRABAJADORES DEL SECTOR INFORMAL DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO. 38.
- Meyers, F. E. (2000). *Estudio de metodos y tiempos para la manufactura agil*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/49747904/Meyers-Estudio-de-Tiempos-y-Movimientos-para-la-Manufactura-Agil-2-ed>
- MinAgricultura. (25 de Junio de 2013). *MANUAL DE RECOLECCIÓN EN CAMPO EJERCICIO PANELA EN TRAPICHE*. Obtenido de [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7990/1/OA-PN-MAN-01\\_MANUAL%20DE%20RECOLECCION%20PANELA%20EN%20TRAPICHES.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11438/7990/1/OA-PN-MAN-01_MANUAL%20DE%20RECOLECCION%20PANELA%20EN%20TRAPICHES.pdf)
- MINTRABAJO. (mayo de 2015). *SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST*. Obtenido de <file:///C:/Users/User1/Downloads/Programa%20Sistema%20de%20Gestion%20de%20Seguridad%20y%20Salud%20en%20el%20Trabajo.pdf>
- <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/viewFile/45/32>
- MUJICA, M. V., GUERRA, M., & SOTO, N. (agosto de 2008). *Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela granulada*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/339/33933808/>
- PACHECO, E. (2017). *Adaptado de un estudio de métodos y tiempos en la planta de producción de la empresa Metales Derivados S.A.*
- PADILLA, R. Y. (2012). ANÁLISIS DE LA COMPETITIVIDAD DE LA INDUSTRIA PANELERA EN EL MUNICIPIO DE MOGOTES DEPARTAMENTO DE SANTANDER. 129.
- pereira, U. C. (2014). *La nostalgia de los trapiches*.



Pérez, M. T. (2011). La empresarización del sector panelero, factor de desarrollo de la productividad y competitividad. 12.

- [6] E. I. A. eurofins, «envira.es,» 25 04 2020. [En línea]. Tomado de <https://envira.es/es/en-que-consiste-el-metodo-de-las-5/>  
<https://clusmin.org/grupo-terra-realiza-evaluaciones-de-5s-en-sus-lugares-de-trabajo/>  
<https://www.medicionycontrol.com.co/nivel/>

ARROYAVE, C. G. (2012). ESTANDARIZACIÓN Y MEJORA DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS EN LA EMPRESA ESTAMPADOS COLOR WAY SAS. 87.

Borrero, J. H. (13 de 11 de 2013). *Papel hecho con residuos de caña revoluciona la agroindustria en Colombia*. Obtenido de [http://economia.elpais.com/economia/2013/11/05/agencias/1383664739\\_965735.html](http://economia.elpais.com/economia/2013/11/05/agencias/1383664739_965735.html)

CORPOICA. (2007 ). Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera. 154.

Corpoica. (2007). Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera.

Corporación Centro Regional de Producción. (2007 ). Producción mas Limpia en los trapiches del Valle del Cauca. 79.

Correa, A. (13 de marzo de 2014). *La nostalgia de los trapiches*. Obtenido de Expresión digita UCP: <http://expresiondigital.ucp.edu.co/?p=6914>

- [ 7] [HTTP://WWW.LINEAVERDECEUTATRACE.COM/LV/CONSEJOS-AMBIENTALES/RECICLAJE/CONTENEDORES-PARA-EL-RECICLAJE.ASP](http://WWW.LINEAVERDECEUTATRACE.COM/LV/CONSEJOS-AMBIENTALES/RECICLAJE/CONTENEDORES-PARA-EL-RECICLAJE.ASP)

MINTRABAJO. (mayo de 2015). *SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST*. Obtenido de <file:///C:/Users/User1/Downloads/Programa%20Sistema%20de%20Gestion%20de%20Seguridad%20y%20Salud%20en%20el%20Trabajo.pdf>

<http://revistabioteologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/bioteologia/article/viewFile/45/32>