



**Propuesta de mejora bajo la metodología lean manufacturing en el área de producción de la empresa de Proimpo S.A.S**

**Cristian Andres duque García**

**Cód. 20411624024**

**Jeyson Ali Osorio Velasquez**

**Cód. 20411825916**

**Universidad Antonio Nariño**

Facultad de Ingeniería Industrial

Cali, Colombia

2021

**Propuesta de mejora bajo la metodología lean manufacturing en el área de producción de la empresa de Proimpo S.A.S**

**Cristian Andres duque García**

**Jeyson Ali Osorio Velasquez**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Industrial**

Director (a):

(Master en Logística integral) Ingrid Riascos Murillo

**Universidad Antonio Nariño**

Facultad de Ingeniería Industrial

Cali, Colombia

2021

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

El trabajo de grado titulado Propuesta de mejora bajo la metodología lean manufacturing en el área de producción de la empresa de Proimpo S.A.S.

Cumple con los requisitos para optar

Al título de Ingeniero Industrial.

---

Firma del Tutor

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Cali, 13 de agosto de 2021.

## **Dedicatoria**

*Dedico este trabajo de grado a toda mi familia, por ser tan constantes conmigo, por creer en mí, en mis capacidades, siempre me ha dado ejemplos de progreso, humildad y sacrificio, y me agradeció todo lo que tengo. A todos los que han alimentado un deseo de perfección y éxito en la vida dentro de mí.*

## **Agradecimientos**

*Doy gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia en mi universidad, a mi universidad por brindarme grandes conocimientos, ayudándome a ser un gran profesional, gracias a todo el que hizo parte de este proceso integral de formación, a la Ingeniera Ingrid Riascos por aportar su conocimiento y dedicación.*

## Tabla de Contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>22</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>23</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>24</b>
<b>1.1 Antecedentes del problema. ....</b>	<b>25</b>
<b>1.2 Descripción del problema. ....</b>	<b>28</b>
<b>1.3 Formulación del problema.....</b>	<b>32</b>
<b>2. Justificación. ....</b>	<b>33</b>
<b>2.  Objetivos. ....</b>	<b>34</b>
<b>2.1 Objetivo general.....</b>	<b>34</b>
<b>2.2  Objetivos específicos.....</b>	<b>34</b>
<b>4. Marco de referencia. ....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 Antecedentes de la investigación. ....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.1 “Aplicación de herramientas  de Lean Manufacturing en una empresa de plasticos de Bogota”.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1.2 “desarrollo de la herramienta 5 s’s de lean manufacturing en el área de inyección preformas de iberplast s.a.” .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1.3 “Implementación de OEE y SMED como herramientas de lean manufacturing en una empresa del sector plástico”. ....</b>	<b>36</b>

4.1.4 “Aplicación del sistema Lean Manufacturing en el incremento de la productividad en una empresa metal mecánica de producción de ollas de aluminio”.....	37
4.1.5 “Propuesta para la mejora del Proceso de producción en la empresa JPLAST S.A.S mediante la filosofía Lean Manufacturing” .....	37
4.2 Marco Teorico.....	38
4.2.1 El sistema Lean. ....	38
4.3 Marco conceptual. ....	47
4.3.1 Definición de Lean Manufacturing. ....	48
4.3.2 Mejora continua. ....	48
4.3.3 ¿Qué es kaizen? .....	50
4.3.4 Mejora continua frente a kaizen.....	52
4.3.5 Entonces ¿qué es Lean Manufacturing?.....	52
4.3.6 Metas del lean manufacturing. ....	53
4.4 Marco metodológico .....	64
4.4.1 Método de investigación. ....	64
4.4.2 Diseño metodológico .....	65
4.4.2.1 Técnica para la recolección de la información. ....	65
4.4.2.2 Fuentes Primarias:.....	66
4.4.2.3 Fuentes secundarias:.....	66
4.5 Marco legal.....	67

	16
<b>4.5.1 Resolución 683 de 2012 (marzo 28) .....</b>	<b>67</b>
<b>4.5.2 Resolución 4143 de 2012 (diciembre 7) .....</b>	<b>69</b>
<b>4.6 Marco Académico.....</b>	<b>72</b>
<b>4.6.1 Relación con las líneas de investigación.....</b>	<b>72</b>
<b>4.6.2 Relación con la misión del programa de Ingeniería Industrial .....</b>	<b>72</b>
<b>4.6.3 Relación con la visión del programa de Ingeniería Industrial.....</b>	<b>72</b>
<b>4.6.4 Relación con los Objetivos del programa de Ingeniería Industrial.....</b>	<b>73</b>
<b>4.6.4 Asignaturas del programa aplicadas en el trabajo de grado .....</b>	<b>73</b>
<b>4.6.5 Competencias que se demuestran en el desarrollo del trabajo de grado.....</b>	<b>73</b>
<b>5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>74</b>
<b>5.1 Información de la empresa. ....</b>	<b>74</b>
<b>5.1.1 Misión.....</b>	<b>74</b>
<b>5.1.2 Visión.....</b>	<b>75</b>
<b>5.1.4 Objetivos de Calidad.....</b>	<b>75</b>
<b>5.1.5 Organigrama. ....</b>	<b>76</b>
<b>5.1.6 Flujo de proceso .....</b>	<b>83</b>
<b>5.1.3 Política de Calidad .....</b>	<b>85</b>
<b>5.2 Diagnóstico Lean.....</b>	<b>85</b>
<b>5.2.1 Análisis de la herramienta de las 5S &amp; ORG PTO.....</b>	<b>88</b>

5.2.2 Análisis de la herramienta de las STD. ....	89
5.2.3 Análisis de la herramienta de Mejora continua. ....	89
5.2.4 Análisis de la herramienta de Flexibilidad. ....	90
5.2.5 Analisis de la herramienta de Poka Yoke. ....	91
5.2.6 Análisis de la herramienta de SMED. ....	92
5.2.7 Analisis de la herramienta de TPM. ....	93
5.2.8 Analisis de la herramienta de Pull System. ....	94
5.2.9 Analisis de la herramienta de Balanceo de la producción. ....	95
5.3 Definición de la propuesta de mejora basada en el diagnóstico de las herramientas de <i>Lean Manufacturing</i> . ....	96
5.4 Propuesta de mejora Lean Manufacturing. ....	99
5.5 Estudio económico de la propuesta. ....	99
5.5.1 Costeo de la Propuesta de Acción de Mejora ....	100
5.5.2 Costeo para la Elaboración del Trabajo de Grado. ....	101
5.5.3 Beneficio de la propuesta de mejora. ....	102
CONCLUSIONES. ....	103
RECOMENDACIONES. ....	105
BIBLIOGRAFÍA. ....	107
ANEXOS. ....	113

### Tabla de Ilustraciones

<b>Ilustración 2 Diagrama de Ishikawa 5'S</b> .....	122
<b>Ilustración 3 Diagrama de Ishikawa SMED</b> .....	122
<b>Ilustración 4 Diagrama de Ishikawa STD</b> .....	123
<b>Ilustración 5 Diagrama de Ishikawa MEJORA CONTINUA.</b> .....	123
<b>Ilustración 6 Diagrama de Ishikawa TPM</b> .....	124
<b>Ilustración 7 Diagrama de Ishikawa BALANCEADO.</b> .....	124

### Tabla de Anexos

<b>Anexo A. Autodiagnóstico Lean</b> .....	113
<b>Anexo B. Diagrama de Ishikawa</b> .....	122
<b>Anexo C. Matriz de propuesta de mejora</b> .....	126

## Tabla de imágenes

<b>Imagen 1. Área de producción en desorden</b>	<b>Imagen 1.1. Ubicación de los químicos.....</b>	<b>30</b>
<b>Imagen 2. Almacenamiento de materias primas .....</b>		<b>31</b>
<b>Imagen 3 Proceso de enfriamiento de los moldes en la entrada y salida.....</b>		<b>31</b>
<b>Imagen 4. Demarcaciones para los moldes de inyección .....</b>		<b>32</b>
<b>Imagen 5. Área de mantenimiento.....</b>		<b>32</b>
<b>Imagen 6 PDCA.....</b>		<b>50</b>
<b>Imagen 7. Los 7 pasos para reducir el alistamiento.....</b>		<b>55</b>
<b>Imagen 8 Etapas de la metodología SMED.....</b>		<b>59</b>
<b>Imagen 9 Diagrama ishikawa.....</b>		<b>63</b>
<b>Imagen 10 Diagrama cinco porqués.....</b>		<b>64</b>
<b>Imagen 11 Organigrama planta Proimpo S.A.S.....</b>		<b>82</b>
<b>Imagen 12. Flujo de proceso.....</b>		<b>84</b>
<b>Imagen 13 Diagrama de frecuencias.....</b>		<b>97</b>
<b>Imagen 14 Proyección correspondiente a la propuesta de mejora.....</b>		<b>102</b>
<b>Imagen 15 Tabla de propuesta “Matriz de propuesta de mejora”.....</b>		<b>126</b>

## Tabla de gráficas

<b>Grafica 1 Cumplimiento de producción del año 2020.</b> .....	30
<b>Grafica 2 Gráfico de evaluación de desempeño Lean.</b> .....	87
<b>Grafica 3 Estado de cumplimiento de las 5S &amp; Organización en el puesto de trabajo.</b> .....	88
<b>Grafica 4 Estado de cumplimiento de las STD.</b> .....	89
<b>Grafica 5 Estado de cumplimiento de Mejora continua.</b> .....	90
<b>Grafica 6 Estado de cumplimiento de Flexibilidad.</b> .....	91
<b>Grafica 7 Estado de cumplimiento de Poka Yoke.</b> .....	92
<b>Grafica 8 Estado de cumplimiento de SMED.</b> .....	93
<b>Grafica 9 Estado de cumplimiento de TPM.</b> .....	94
<b>Grafica 10 Estado de cumplimiento de Pull System.</b> .....	95
<b>Grafica 11 Estado de cumplimiento de Balanceo de la Producción.</b> .....	96

## Lista de tablas

<b>Tabla 1 Porcentajes de cumplimiento de producción anual año 2020. ....</b>	<b>29</b>
<b>Tabla 2 Origen y evolución de los principios Lean .....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 3 Lista de técnicas asimiladas de mejora en producción. ....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 5 Costo de implementación propuesta de mejora. ....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 6 costeo de la elaboración del proyecto. ....</b>	<b>101</b>
<b>Tabla 7 Lista de chequeo 5'S.....</b>	<b>114</b>
<b>Tabla 8 Lista de chequeo STD .....</b>	<b>115</b>
<b>Tabla 9 Lista de chequeo mejora continua .....</b>	<b>115</b>
<b>Tabla 10 Lista de chequeo flexibilidad.....</b>	<b>116</b>
<b>Tabla 11 Lista de chequeo Poka Yoke.....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla 12 Lista de chequeo SMED.....</b>	<b>118</b>
<b>Tabla 13 Lista de chequeo TPM .....</b>	<b>118</b>
<b>Tabla 14 Lista de chequeo Pull system.....</b>	<b>119</b>
<b>Tabla 15 Lista de chequeo Balanceado .....</b>	<b>120</b>
<b>Tabla 16 Lista de chequeo Comunicación y cultura .....</b>	<b>120</b>

## Resumen

El sector de fabricación de plásticos logra un crecimiento sostenible que orientado a productos con mayor valor agregado con la que cuenta con unos procesos que incluye mejoras para minimizar o reducir el impacto ambiental, con aumento de la competitividad de un negocio, así como innovaciones e implementación de nuevas formas de reducción de costos. Por tanto, este proyecto de diploma tiene como objetivo aportar sugerencias para la mejora de la empresa Proimpo S.A.S, basada en el modelo 'Lean Manufacturing', con el fin de reducir los desperdicios de plástico generados a lo largo de la cadena de producción en el área de inyección disminuyendo los tiempos de entrega de sus productos como (vasos, cucharas, termos, entre otros), minimizando el impacto ambiental con la disminución de consumo de productos explotados de nuestro planeta.

Con base en varios estudios nacionales e internacionales en la industria del plástico, la compañía espera los ahorros mostrados en el análisis de costo-beneficio utilizando las principales herramientas lean.

**Palabras claves:** Muda (eliminación de desperdicios), 'Lean Manufacturing', impacto ambiental, plásticos, producción y cultura organizacional.

## **Abstract**

The plastics manufacturing sector achieves sustainable growth that is oriented towards products with greater added value with the account of processes that include improvements to minimize or reduce environmental impact, increasing the competitiveness of a business, as well as innovations and implementation of new ways of reducing costs. Therefore, this diploma project aims to provide suggestions for the improvement of the Proimpo SAS company, based on the 'Lean Manufacturing' model, in order to reduce the plastic waste generated throughout the production chain in the injection area reducing the delivery times of its products such as (glasses, spoons, thermos, among others), minimizing the environmental impact with the reduction of consumption of exploited products of our planet.

Based on several national and international studies in the plastics industry, the company expects the savings shown in the cost-benefit analysis using the main lean tools.

**Keywords:** Muda (waste elimination), 'Lean Manufacturing', environmental impact, plastics, production and organizational culture.

## Introducción

Actualmente el sector manufacturero está enmarcado en un entorno muy competitivo, según los cambios del mercado, las empresas deben de ceñirse a la velocidad de éstas con los requerimientos de sus productos a mayor calidad, ajustándose a las necesidades específicas y entregas oportunas para las clientes. Hoy en día fuente de gran evolución e importancia que ha tomado la manufactura esbelta conocida como Lean Manufacturing a agregado gran valor en los últimos años debido a la necesidad de eficiencia en los procesos, se puede decir que esta gran metodología esbelta ha tomado gran relevancia como oportunidad de desarrollo de las organizaciones , si se lleva de manera correcta se puede añadir flexibilidad y confiabilidad en la producción, por lo que se tendrá grandes beneficios a clientes satisfechos (Vargas et al., 2016).

El fin de este trabajo es dar a conocer una propuesta para la empresa Proimpo S.A.S de Colombia ubicada en la zona industrial de Yumbo Valle, mediante un plan de mejora basado en la metodología *Lean Manufacturing*, con una herramienta SMED que permite un mejoramiento en los cambios de referencia una flexibilidad en una adecuación a la demanda de los clientes, organización en el área de producción y estandarizaciones en los procedimientos de operación de máquina, identificando las actividades a mejorar en el área bajo el modelo de autoevaluación de diagnóstico Lean, se calificará el área mediante listas de chequeo, los resultados obtenidos serán graficados para así definir el problema efecto que será analizado y esquematizando los problemas mediante los diagramas de Ishikawa con sus respectivos análisis de causa; Se hacen preguntas para investigar la relación entre causa y efecto que causa un problema en particular, dicha metodología ha sido implementada en varias industrias a nivel mundial generando resultados sumamente satisfactorios.

## **1. Planteamiento del problema.**

La empresa Proimpro S.A.S dedicada a la elaboración de productos plásticos, es una organización que no cuenta con una cultura organizacional en sus diferentes perspectivas de un área de trabajo o en la empresa tiene un propósito común y establece expectativas sobre cómo se comportan y trabajan las personas para su buen funcionamiento como equipo y en la generación y el alcance de mejores resultados a nivel competitivo, de desempeño y productividad a lo largo de las organizaciones(Zamai et al., 2016).

En los dos últimos años ha incursionado en los procesos de manufactura paso procesos de maquila por empresas satélites a un desarrollo de procesos de manufactura y en la actualidad cuenta con 8 inyectoras, pero los cambios de molde y ajustes de procesos generando gran pérdida de tiempo y procedimientos no establecidos a que no cumpla la calidad esperada por averías, desperdicios por defectos y la necesidad de un proceso con herramientas para reducir los tiempos de puesta en marcha en el área de producción, debido que se tienen mudas por baja calidad, tiempos de entrega insuficientes, malos hábitos de orden y limpieza, desperdicios, los cuales han generado ambientes de trabajo inadecuados y hasta afectación en la productividad, esta situación da lugar a realizar una evaluación con el fin de plantear alternativas de mejoramiento en el área de producción de la empresa.

### **1.1 Antecedentes del problema.**

En 1973, después de la crisis del petróleo el toyotismo comenzó a tomar fuerza, sustituyendo al fordismo y al taylorismo, imponiéndose en muchos sectores el nuevo método de Lean Manufacturing, teniendo como objetivo la consumación de una nueva forma de trabajar eliminando

actividades innecesarias en el área de producción, dichas acciones favorecieron a la economía mundial(Vargas et al., 2016).

*Lean Manufacturing* se puede traducir como una manufactura justa o esbelta, sin excesos. Este es el objetivo de un sistema Lean: la eliminación del despilfarro mediante la utilización de una colección de herramientas (*TPM, 5S, SMED, Kanban, Kaizen, Heijunka, Jidoka*, etc.) para alcanzar la rentabilidad, competitividad y satisfacción de todos los clientes(Rajadell, Sanchez, 2010).

Lean es una palabra inglesa que se aplica a los sistemas de fabricación. Esto se puede traducir como ágil y flexible. Es decir, puede adaptarse a las necesidades de sus clientes. Dicho término fue utilizado por primera vez por John Krafcik (Vargas et al., 2018), en su intento por explicar que la producción ajustada es lean porque utiliza menos recursos en comparación con la producción en masa(Rajadell, Sanchez, 2010).

Como lo expresa el autor Vargas et al., 2016 dice frente a las organizaciones emprenden grandes esfuerzos para incrementar su grado de eficiencia en el desarrollo de su actividad:

En los postulados de Melton (2005) presenta que solo el 5% de las actividades de las empresas agregan valor y el 60% no agregan valor del todo; Taj y Berro (2006) afirman que las empresas de manufactura desperdician alrededor de 70% de sus recursos; Jones, Hines y Rich reclaman que para muchas organizaciones menos del 10% de las actividades agregan valor y casi un 60% no agregan ningún valor (Mantilla & Sánchez, 2012). En una mejora continua a un sistema de producción (p. 154).

La base de Lean Manufacturing es el conjunto de técnicas de gestión asociadas al Sistema de la manufactura esbelta se entiende como un modelo de negocio que se enfoca en crear flujos para reducir la actividad innecesaria en los productos manufacturados. Tanto TPS o Lean Manufacturing son una forma totalmente diferente de entender las operaciones de la empresa, es decir, conlleva un nuevo pensamiento organizacional(Cerón et al., 2015). Además, en ese momento, el sistema Toyota

TPS se había convertido en una clara estrategia de marketing, más precisamente en una estrategia de cliente pull. Esto se debe a las estrategias de optimización implementadas en el proceso productivo, centradas en los tres pilares básicos de personas, maquinaria y materiales. Los fundamentos de TPS y de Lean Manufacturing es la eliminación sistemática de las tareas “despilfarro” (o muda en japonés)(Isotools.org, 2013a). Por esto mismo, Toyota tomó ciertas medidas, simples y eficaces, como, por ejemplo, el método de identificación y resolución de problemas según el ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act)(Bernal, 2013).

Las eliminaciones de tareas mudas existen diversas herramientas, como son: el mapa del flujo de valor, las 5S o QFD (Despliegue de la función Calidad). Sin embargo, Lean Manufacturing no sólo consiste en la eliminación de tareas mudas, sino que requiere también un continuo análisis del proceso productivo en todo su conjunto, estudio de las causas de las desviaciones ocurridas con respecto a los objetivos establecidos, si generan o no valor para la empresa, etc(Isotools.org, 2013b).

Los principios clave del Lean Manufacturing son:

- Los principios clave del Lean Manufacturing son:
- Calidad sin defectos y con rápida respuesta ante problemas.
- Minimización del despilfarro: eliminación de todas las actividades que no son de valor añadido.
- Mejora continua: incremento de la productividad y compartir la información.
- Flexibilidad: producir rápidamente diferentes mezclas de gran variedad de productos.
- Construcción y mantenimiento de una relación a largo plazo con los proveedores y acreedores.

Actualmente se están desarrollando procesos productivos en diversas industrias, y producimos productos de alta confiabilidad que requieren mayor eficiencia y capacidad de

producción sin desconocer una serie de estándares como la calidad y el desempeño, a su vez generando rentabilidad, ante esto se necesitan cambios más rápidos acordes a la necesidad de los clientes.

## **1.2 Descripción del problema.**

La empresa Proimpo SAS Colombia está ubicada en la zona industrial de Yumbo Valle, está dedicada la producción de productos plásticos moldeados por inyección. A pesar de ser una empresa exitosa durante 35 años; en los dos últimos años ha incursionado en los procesos de manufactura ya que antes trabajaba bajo la modalidad de terceros para procesos de maquila, y su gran experiencia durante largos años es la comercialización de productos promocionales tanto en plásticos como confección, al incursionar en procesos de manufactura, nace una gran oportunidad y es la de estandarización de procesos ya que inicio fabricando productos plásticos ya conocidos para ellos, pero no inyectados dentro de su propia planta, en la actualidad cuenta con 8 inyectoras.

Una de las principales causas es que el líquido frío se escapa por la boquilla y entra en el molde, lo que puede provocar marcas no deseadas y se extiende por toda la pieza. También puede provocar la aparición de soldaduras, lo que puede provocar división de masa, falta de material o gradiente de temperatura alta en el interior de la pieza, inyección demasiado alta en comparación con la fuerza de apriete del troquel, tamaño excesivo de la carga, desgaste en el sellado de las cavidades generando una rebaba, estableciendo si se debe aumentar o disminuir la temperatura del molde.

Y adicional a estos cambios de molde y ajustes de procesos presenta diferenciación de tiempos generados por falta de que no están establecidos en forma adecuada, 5S, estándares que rijan el cumplimiento de la calidad, y sus altos niveles de averías o producto no conforme, no cuenta con una cultura organizacional en el área de producción, se tienen desperdicios por defectos en los

productos terminados, tiempos de entrega insuficientes, malos hábitos de orden y limpieza, esta situación da lugar a realizar una evaluación mediante las herramientas de Lean Manufacturing, para realizar una propuesta hacia el mejoramiento de la producción.

En la empresa Proimpo S.A.S se identifican porcentajes de cumplimiento de producción no satisfactorios por las falencias que se tienen en el área de producción, estos porcentajes son brindados por la gerencia de manufactura, los cuales están presentados en la tabla 1 y representados en la gráfica 1.

**Tabla 1 Porcentajes de cumplimiento de producción anual año 2020.**

<b>Mes</b>	<b>2020</b>	<b>Meta 2021</b>
<b>Enero</b>	85%	90,00%
<b>Febrero</b>	66%	90,00%
<b>Marzo</b>	70%	90,00%
<b>Abril</b>	65,3%	90,00%
<b>Mayo</b>	59,8%	90,00%
<b>Junio</b>	60%	90,00%
<b>Julio</b>	90%	90,00%
<b>Agosto</b>	85%	90,00%
<b>Septiembre</b>	86,8%	90,00%
<b>Octubre</b>	79,7%	90,00%
<b>Noviembre</b>	85,9%	90,00%
<b>Diciembre</b>	75,6%	90,00%
	<b>75,76%</b>	

**Fuente:** Proimpo S.A.S

**Grafica 1 Cumplimiento de producción del año 2020.**



**Fuente:** Proimpo S.A.S

De igual manera se puede evidenciar que en el área de producción se tienen malos hábitos de orden y aseo, donde se encuentran elementos que contienen químicos mal situados, reflejados en las imágenes 1 y 1.1.

**Imagen 1. Área de producción en desorden**



**Fuente:** Proimpo S.A.S

**Imagen 1.1. Ubicación de los químicos**



**Fuente:** Proimpo S.A.S

Otro punto importante es que el área de producción no cuenta con lugares debidamente identificados y adecuado para el almacenamiento de materias primas durante la transformación, reflejada en la imagen 2.

**Imagen 2.** *Almacenamiento de materias primas*



**Fuente:** Proimpo S.A.S

Al evidenciar podemos ver mangueras de poliuretano para el enfriamiento de los moldes en la entrada y salida de cada uno estos, en cada máquina, donde no se cuenta con identificaciones de sentido de flujo de éstas, reflejadas en la imagen 3.

**Imagen 3** *Proceso de enfriamiento de los moldes en la entrada y salida*



**Fuente:** Proimpo S.A.S

Es muy evidente que en el área de producción no se tiene demarcaciones para los moldes de inyección, presentandose inconvenientes de alistamiento en las máquinas, reflejada en la imagen 4.

#### ***Imagen 4. Demarcaciones para los moldes de inyección***

**Fuente:** Proimpo S.A.S

En este punto es posible visualizar que el área de mantenimiento no cuenta con las condiciones ideales para realizar los preventivos en los equipos, reflejada en la imagen 5.

#### **Imagen 5. Área de mantenimiento**



**Fuente:** Proimpo S.A.S

### **1.3 Formulación del problema.**

¿Qué herramientas de Lean Manufacturing aplicaría la empresa Proimpo S.A.S para mitigar los problemas que se están presentando en el proceso de producción?

## **2. Justificación.**

Con la globalización se ha incrementado la competitividad tanto en el mercado nacional como internacional, llevando a todas las industrias a buscar nuevos modelos de negocio y estrategias tanto comerciales como de manufactura que incrementen tanto la productividad como competitividad(Paz, 2005). Partiendo de dicha premisa nace este proyecto de mejora bajo la metodología Lean Manufacturing, con el propósito de proponer una herramienta que contribuya al mejoramiento de la empresa Proimpo S.A.S, que le ayude a mitigar los problemas fundamentales por la falta de implementación de metodologías lean y la carencia de una cultura organizacional en el área de producción frente a los problemas de orden y aseo en el área, falta de demarcaciones, y señalizaciones de flujo de materiales, falta de empoderamiento y capacitación de los empleados en implementación de procedimientos para cambios rápidos, maximizar la flexibilidad de la operación.

La implementación de esta herramienta puede proporcionar grandes beneficios para la empresa, brindándole ambientes de trabajo limpios, agradables y seguros, mediante la eliminación de varias clases de equipos u objetos innecesarios, obteniendo mejor aprovechamiento del espacio físico, así como la distribución estratégica de las máquinas y herramientas de trabajo, haciendo que las labores sean más fáciles y menos extenuante para el trabajador(Zapata & Buitrago, 2012).

El desarrollo de este proyecto se realiza con una contribución basada en los conocimientos obtenidos por la formación académica y utilizando una metodología descriptiva cuantitativa, para fortalecer y orientar a la empresa para que sea más competitiva a nivel nacional, con el fin de ampliar las expectativas de expansión de la empresa a nivel internacional(Saavedra, 2017).

## **2. Objetivos.**

### **2.1 Objetivo general.**

Elaborar una propuesta de mejora bajo de la metodología Lean Manufacturing para mitigar los problemas presentados de ineficiencia de la productividad en el área de producción en la empresa Proimpo S.A.S.

### **2.2 Objetivos específicos.**

- Realizar un diagnóstico de la productividad bajo el modelo de Lean Manufacturing en el área de producción de Proimpo S.A.S
- Planear y describir las herramientas a utilizar ajustadas al proceso de mejora bajo la metodología Lean Manufacturing del área de producción de la empresa Proimpo S.A.S
- Presentar el plan de mejora basado en las herramientas Lean Manufacturing.
- Realizar un estudio económico de la propuesta de mejora.

## **4. Marco de referencia.**

### **4.1 Antecedentes de la investigación.**

#### **4.1.1 “Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing en una empresa de plásticos de Bogota”.**

El proyecto se llevó a cabo en una empresa de plásticos en Bogotá, Colombia. Especializados en el moldeo por inyección y soplado de productos plásticos para los cuatro campos: cosmética, detergentes, alimentación y bebidas, promoción e industria. Conocida solo como Moldes Ltda en el mercado, debido a la falta de producción, la empresa se daría cuenta de su potencial si se administrara las deficiencias, el mismo inconveniente es que la manufactura esbelta lo identifica como desperdicio. Las metodologías y herramientas que Lean Manufacturing propone para controlar el muda tienen como objetivo la reducción de costos operativos y, por lo tanto, la del aumento de la rentabilidad(Guerrero, 2018).

Además, puede haber una cultura sólida de fabricación ajustada, con costos controlados, en caso de que aumenten las ventas. Actualmente la empresa tiene exceso de existencias por sobreproducción, expectativas continuas, transporte de material unilateral, traslados innecesarios y, sobre todo, una cultura de unidad y la eliminación de desperdicios. En esta tesis se buscará hacer un diagnóstico inicial, un análisis bajo la perspectiva LEAN, una ejecución de actividades que comience a reducir la muda y una propuesta de actividades que la empresa puede realizar para controlar la muda(Gachama & González, 2013).

#### **4.1.2 “desarrollo de la herramienta 5 s’s de lean manufacturing en el área de inyección preformas de iberplast s.a.”**

Este proyecto se realizó con la finalidad de brindar una herramienta que se ajustará a las necesidades de organización, orden y limpieza en el área de inyección preformas de IBERPLAST S.A.; el desarrollo de este proyecto inició con un diagnóstico del área, para el cual se censó al personal del proceso y se emplearon algunas herramientas de diagnóstico, con la finalidad de determinar los problemas en el área(Benitez, 2012).

A continuación, se realiza la estructuración de la herramienta, durante la cual se crea un plan de desarrollo 5-S, se identifican puntos clave, se abordan problemas identificados diagnosticados y se determinan estrategias para determinar la organización del trabajo.

#### **4.1.3 “Implementación de OEE y SMED como herramientas de lean manufacturing en una empresa del sector plástico”.**

En este documento, utilizamos herramientas OEE (eficacia general del equipo) y SMED como un método de fabricación ajustada o ajustada para medir y hacer que la producción sea más eficiente. Se hace un enfoque de cómo se está midiendo la productividad y se propone un método mediante la utilización de un KPI adecuado y útil(Paredes & Nieto, 2016).

El estudio fue realizado por Plásticos del Litoral S.A. Se realiza en el área de termoformado de la empresa. Ubicado en la ciudad de Guayaquil. El trabajo se realizó durante los años 2013-2014. La metodología empleada está basada en la investigación descriptiva a través de la toma directa de datos reales de producción(Alarcón, 2014).

Las conclusiones del estudio muestran que OEE y SMED son tecnologías completamente útiles y pueden aplicarse a cualquier máquina. Se demuestra a través de la investigación que el OEE

muestra claramente las pérdidas productivas de una máquina, y una vez identificadas, pueden ser eliminadas o reducidas por la aplicación de la técnica SMED con la consiguiente reducción de los costos de producción, a fin de lograr una mayor competitividad(Alarcón, 2014).

#### **4.1.4 “Aplicación del sistema Lean Manufacturing en el incremento de la productividad en una empresa metal mecánica de producción de ollas de aluminio”.**

Se realizó un análisis de los problemas de la empresa detallando en la frecuencia de las causas que la producían para luego abordar estas causas mediante una serie de técnicas que sostiene la metodología del Lean Manufacturing de acuerdo a que la técnica a utilizar que logrará disminuir o solucionar en las cuales se creó formas de trabajo correctas entre las máquinas y el personal como la técnica de las 5´s y el TPM(Caceres et al., 2019).

Los resultados de las simulaciones realizadas aplicando el método permiten conocer y adaptar la aplicación del método y comparar las mejoras realizadas aplicando las estadísticas de la variable de rendimiento, las cuales son mejoras sugeridas. En conclusión, las técnicas utilizadas para la solución de las causas identificadas a partir del problema de la empresa permiten tener un control y el orden de las máquinas y operarios dentro del flujo del proceso productivo(Caceres et al., 2019).

#### **4.1.5 “Propuesta para la mejora del Proceso de producción en la empresa JPLAST S.A.S mediante la filosofía Lean Manufacturing”**

Este trabajo es una sugerencia para la implementación de algunas herramientas de Lean Manufacturing en la fábrica de bosas plásticas tipo camiseta JPLAST, ya que carece de estrategias que agregan valor a su producción. Esta metodología se propone para alcanzar el buen funcionamiento de la empresa en todas las áreas de manera constante, con objetivo de aumentar la efectividad y eficiencia en todos los procesos, así como el aprovechamiento de los recursos

disponibles de materia prima, máquinas y talento humano, disminuyendo los despilfarros y tiempos muertos para que se vea reflejado el aumento de la productividad y la disminución de costos(Ramirez & Martinez, 2019).

Proponer en la empresa una estrategia de orden y limpieza que genere cultura organizacional, quitar los procesos que no agregan valor y minimizar tiempos en cada labor por trabajos que son innecesarios y estar en una mejora continua. Se propone un cambio de mentalidad en los operarios y áreas administrativas siendo flexibles a la innovación(Ramirez & Martinez, 2019).

## **4.2 Marco Teorico.**

### **4.2.1 El sistema Lean.**

Hoy se evidencia que las estrategias más empleada por las empresas el concepto Lean se ha convertido en una estrategia especialmente importante en las empresas dentro de la economía global que afronta una presión por parte de los clientes, reducción de precios, una rápida adaptación al mercado y a los cambios tecnológicos que contribuyen para el mejoramiento de los estándares de calidad ya que se habla de la norma ISO 9001 con el cumplimiento de nuevas expectativas frente a los clientes y su estandarización de procesos(León et al., 2017).

Además, la identificación y eliminación de cambios y desperdicios da lugar a una filosofía de manufactura esbelta que facilita la creación de valor para un producto o servicio en particular. Esto requiere un mecanismo de coordinación entre todos los miembros de la estructura organizacional para crear cultura y compromiso durante el desarrollo y la implementación. Para tal fin, desde la estrategia corporativa se deben definir los mecanismos de acción que faciliten la incorporación de la filosofía lean en las actividades diarias de los miembros de la compañía(León et al., 2017).

## **Principales herramientas del Lean Manufacturing**

### **SMED**

La reducción del “Setup” es fundamental en el “Lean Manufacturing”. Los principios de del “Quick Changeover” y La tecnología SMED se aplica para reducir los tiempos de reemplazo de productos. SMED son las siglas de Single Minute Exchange of Die, que significa cambio en 10 minutos. El SMED se desarrolló originalmente para mejorar los cambios de troquel de las prensas, pero sus principios y metodología se aplican a las preparaciones de toda clase de máquinas(Figueredo Lugo, 2015).

El tiempo de espera para una ejecución u orden de producción comienza cuando se completa la ejecución final y finaliza cuando se obtiene la parte perfecta de la siguiente ejecución. Dentro de este periodo, las operaciones que se realizan con la máquina parada se denominan internas y aquellas que se realizan mientras la máquina produce piezas buenas se denominan externas(Figueredo Lugo, 2015).

### **POKA-YOKE**

Esta es una técnica de calidad aplicada para evitar errores en el funcionamiento del sistema. El primer paso para lograr cero defectos es distinguir entre defecto y falla. Los dispositivos Poka yoke son mecanismos que ayudan a prevenir errores antes de que ocurran o se vuelvan demasiado obvios para que los trabajadores los noten y los corrijan a tiempo. El error humano es generalmente imprudente. Los mecanismos Poka-Yoke ayudan a evitar los defectos, aunque inadvertidamente se cometan errores, adicionalmente ayudan a fabricar la calidad en el proceso(Gutiérrez C & Prieto Castillo, 2016).

## 5 S

El método 5S, que lleva el nombre de la primera letra del nombre japonés en cada uno de los cinco pasos, es un método de gestión japonés basado en cinco principios simples. La implementación concreta de estos principios requiere la implementación de estrategias reconocidas internacionalmente como las 5 S por provenir de los términos japoneses:

- \* SEIRI: subordinar, clasificar, descartar
- \* SEITON: sistematizar, ordenar
- \* SEISO: sanear y limpiar
- \* SEIKETSU: simplificar, estandarizar y volver coherente
- \* SHITSUKE: sostener el proceso, disciplinar

La aplicación de este método determina la calidad del medio. Esto significa que es posible realizar con éxito pruebas de calidad tanto en el soporte como en el producto de la calidad requerida. Su objetivo es lograr una mayor eficiencia, uniformidad y formalidad, de esta forma contribuye a la eliminación de despilfarros en diferentes áreas e incrementar el mejoramiento de condiciones de seguridad industrial(Vargas et al., 2016).

### **TPM (Mantenimiento productivo total).**

Es una herramienta que integra todas las áreas de negocio y elimina los defectos de los equipos mediante el mantenimiento preventivo. El TPM tiene como objetivo la máxima eficiencia al eliminar las pérdidas causadas o asociadas con el tiempo de inactividad y los problemas de calidad. Empiece por planificar actividades regulares de mantenimiento de equipos. Identificación y corrección de las causas de los errores y al hacerlo reducir la tasa a un nivel de 3.4 defectos

por millón de oportunidades (DPMO) Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo (Pepper & Spedding, 2010).**Justo a Tiempo**

Sincroniza los proveedores y los procesos para reducir buena parte del desperdicio, a partir del lujo, calidad e intervención de los empleados.

- Reducir tiempos de entrega, niveles de stock y mejorar la calidad.
- Proporciona retroalimentación inmediata.
- Proporcionar lo que el cliente quiere, en la cantidad que quiere, exactamente como quiere. (Vargas et al., 2016)

### **JIDOKA**

Incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.

- Para evitar el desperdicio, cierre manual o automáticamente el proceso de producción cuando se detecte un error.
- Automatización fácil de usar.
- Responsable de la relación entre humanos y máquinas (Figueredo Lugo, 2015)

### **KAIZEN**

Una cultura de mejora continua sostenible abarca toda la estructura organizativa y es relativamente económica. Forma líderes para proponer mejoras en el largo plazo(Figueredo Lugo, 2015).

## Herramientas de Seguimiento

- Gestión visual Conjunto de medios de comunicación que refleja de forma clara y sencilla el estado del sistema de producción, en particular las irregularidades y los residuos.
- Empodera y genera sentido de pertenencia en los empleados
- Demarca áreas, materiales, productos, equipos, programas de producción.
- Emplea indicadores(Vargas et al., 2016)

### 4.2.2 Teorías y modelos de la innovación.

#### MODELO DE SCHUMPETER: “CREAR DESTRUYENDO”

- Joseph Alois Schumpeter (1883-1950), Destacado economista austro-estadounidense.

Ministro de Finanzas de Austria.

- Profesor de la Universidad de Harvard.
- La teoría del desarrollo económico.
- Teoría del ciclo económico.

Para Schumpeter, la fuerza fundamental que guía la producción de los capitalistas y de todo el sistema es su proceso en constante evolución, la causa del desarrollo económico, los fenómenos tecnológicos, así como el proceso de innovación.

**Innovaciones radicales**, Cosas que pueden provocar cambios "revolucionarios", cambios decisivos en la sociedad y en la economía. Innovación fundamental significa: Llevar al mercado

nuevos bienes de consumo. NS. La aparición de nuevos modos de producción y transporte. C. Logro de nuevos desarrollos de mercado. NS. Crear un nuevo suministro de materias primas. e. Cambio en la organización de cualquier empresa o en su proceso de gestión(Montoya, 2004).

**EQUILIBRIO Y DESEQUILIBRO:** Consecuencia directa de la Creación y la Destrucción.

En el ámbito económico las situaciones de mercado se encuentran equilibradas:

Existen productos que satisfacen las necesidades del mercado, y los clientes consumen dichos productos regularmente de acuerdo a sus propias necesidades.

Pero aparece un producto nuevo, INNOVADOR. Satisface mejor las necesidades de los consumidores, tiene mejoras sustanciales que lo hacen más atractivo, solucionan más problemas y puede que hasta sea más barato(Giraldo Pérez & Otero Gómez, 2017).

DESEQUILIBRIO: Los consumidores comprarán más productos nuevos, seguirán fabricando y surgirán nuevos negocios para competir con las ventas de los fabricantes, los procesos de fabricación nuevos o mejorados que ofrecen, ofrecen la misma tasa de descuento.

El Equilibrio del mercado se restablece, se diluye la ventaja competitiva de la empresa Innovadora(Giraldo Pérez & Otero Gómez, 2017).

### **MODELO DE ROGERS: “EL MIEDO A LO NUEVO”**

- Everett Rogers (1931-2004). Destacado sociólogo. Estadounidense.
- Estudió agricultura y se doctoró en sociología y estadística.
- Su tesis “La resistencia de los agricultores y granjeros de Iowa a las innovaciones en los procesos de producción.”
- En 1962 publicó su libro “Diffusion of Innovations”

- Teoría de la difusión de innovaciones

*En palabras de Rogers:*

*“Este modelo describe el proceso mediante el cual una innovación (definida como una idea práctica u objetivo percibido como nuevo por un individuo) es comunicada por medio de ciertos canales a través del tiempo a miembros de un sistema social”*(Universidad de Veracruz, 2019).

*El modelo clásico especifica:*

1) Los estudios en el proceso decisión-innovación y la importancia relativa de varios canales en cada uno de los estudios;

2) la forma en la cual las características percibidas de las innovaciones afectan su tasa de adopción;

3) las características y el comportamiento de los adoptadores “tempranos” y “tardíos”;

4) el rol de los líderes de opinión en la difusión de innovaciones.

5) los factores que intervienen en el éxito relativo de los agentes de cambio.

- **Ventajas relativas:** Muestra claramente las ventajas sobre otras similares o existentes.
- **Posibilidad de observación.** No tienes que tener una experiencia extraña. Puede ver y sentir los beneficios por sí mismo.
- **Compatibilidad.** Diseñado para ser parte de la vida del usuario.

- **Posibilidad de Ensayo.** Varias pruebas y errores antes de entrar en la vida del consumidor.

Peter Drucker (innovación, innovación ... la única innovación) Peter Drucker (19092005). Nacionalidad austriaca, adoptada por Norteamérica. El pensador más influyente del mundo en administración de empresas, considerado el padre de la gestión.

*“La organización... no es una simple máquina... No tiene únicamente una dimensión económica, definida por los resultados de mercado. La organización, por encima de todo, es un ente social. Es un grupo de personas. Su objetivo... tiene que ser que los puntos fuertes de las personas sean eficaces y sus debilidades irrelevantes... es lo único que se puede lograr mediante las organizaciones, la única razón por la que existen las organizaciones y por la que es necesario que existan”*(Cardozo et al., 2020).

### ***Principios elementales de la Innovación***

La innovación sistemática comienza con un análisis de oportunidades.

- Los innovadores necesitan salir, preguntar, observar y escuchar.
- Qué les dice el medio ambiente.
- Los innovadores exploran las expectativas de los consumidores potenciales de las innovaciones que están considerando, maximizando su potencial espiritual.
- La innovación debe ser simple. Esto garantiza su eficacia.
- La innovación eficaz debe comenzar poco a poco y centrarse en....
- Puede confundir a los consumidores.

- El hilo conductor de la innovación debería ser convertirse en el estándar. No importa si ha tenido un gran éxito financiero al principio o si sus resultados son modestos ... desde el principio.
- La innovación es más que un genio. Si pensamos que se necesita la mente de Einstein para innovar, podemos sentarnos y esperar.
- La creatividad es el resultado del talento y el genio, pero no habría sido posible sin un trabajo duro y un esfuerzo intenso y tenaz en estos elementos. Sin él,
- Ningún genio o talento puede innovar, por pequeño que sea.

### **TEORÍA DE CLAYTON CHRISTENSEN: “INNOVACIÓN DISRUPTIVA”**

Clayton M. Christensen (1952-). Académico norteamericano. Profesor de la Universidad de Harvard.

- ✓ Teoría Innovación Disruptiva.

*“En este punto, las empresas se ven obligadas a innovar en términos de productos, procesos. “Llega un punto en el que los productos han sido objeto de tanta innovación, que poco a poco van quedándose en el mercado como productos que sólo aquellos consumidores que están dispuestos o que tienen el potencial económico para pagar los sobrepagos que implica el proceso los compran.”(Universidad de Veracruz, 2019)*

***La estrategia de la Innovación disruptiva es:***

- Paso a paso, dominar el mercado con tecnología avanzada, productos rentables y aún menos beneficios.
- A largo plazo, estos productos generan un cambio de liderazgo al aumentar la adopción.

### ***Las empresas disruptoras:***

- Deben ser cuidadosos y estar listos para reconocer qué áreas del consumidor son "despreciadas" o "desatendidas".
- Crear innovación y estrategias que, sin ocuparles mayores recursos o sofisticación tecnológica, les permitan ir apoderándose poco a poco de esos “no atendidos”, abarcando poco a poco los segmentos de mercado tanto como para finalmente llamar la atención de todos(Universidad de Veracruz, 2019).

### **LA INNOVACIÓN: UN PROCESO SOCIALMENTE DISTRIBUIDO**

La innovación es, en términos generales, la resolución de problemas. Esta definición tiene la ventaja de poder sugerir diferentes campos y situaciones que puedan surgir. Innovar es cambiar hábitos. En atención a que es debido a la rutinización de sus actividades que las organizaciones “memorizan” su conocimiento operativo específico, el cambio en las rutinas implica dificultades asociadas con el mismo, dado que la innovación induce, a través de él, modificaciones en el conocimiento acumulado por la organización, es decir, en los conocimientos y el aprendizaje de quienes la integran(López, 2004).

#### **4.3 Marco conceptual.**

**Breve historia:** En el siglo XVII, la Revolución Industrial surgió como un nuevo modelo de transición social hacia un modelo en el que la mayoría de la población estaba formada por conglomerados urbanos, creando demanda de nuevos productos suministrados por las fábricas. Inicialmente, estas fábricas estaban abarrotadas e ineficientes, lo que resultaba en altos costos de

fabricación.. La primera persona en integrar de forma exitosa una línea de producción fue Henry Ford, él y sus ingenieros en la fábrica de autos integraron un sistema de producción en el cual se tenían partes intercambiables con labor especializada por medio de una cadena y lo llamó flujo de un sistema productivo(Velasquez, 2019)

#### **4.3.1 Definición de Lean Manufacturing.**

El primer problema que encontramos al definir los métodos de fabricación ajustada fue la gran cantidad de términos españoles a los que se referían las empresas en estos métodos. Cada sector, cada industria, dependiendo de las escuelas o universidades en las que se haya formado, adoptarán diferentes palabras o traducciones para referirse a lo mismo (producción/fabricación delgada, ajustada, ágil, esbelta,...)(Soler, 2015)

Otro gran problema es la inclusión o no en Lean Manufacturing de determinadas técnicas o herramientas, que como en el apartado anterior, dependerá también del autor, sector y escuela o universidad de pertenencia.

Lo más sencillo, para evitar equívocos, es ceñirnos exclusivamente a la denominación “Lean” dado que puede aplicarse a sectores y distintos entornos de fabricación, así como interpretar el Lean Manufacturing, como una filosofía de trabajo, cuyo objetivo es la eliminación de todo tipo de desperdicio, para así conseguir la máxima eficiencia en todos los procesos y, por ende, la competitividad de las empresas(Soler, 2015).

¿Y qué tipo de tecnología se incluye en el método de fabricación ajustada? Sí. Todo aquello que tenga valor agregado y tienda a eliminar desperdicios, como organización del trabajo, control de calidad, procesos internos de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro y otras actividades para optimizar recursos.

### 4.3.2 Mejora continua.

Siempre estamos en un proceso de cambio, desarrollo y potencial de mejora.

La verdad no importa, es mejor que no la toques. La mejora continua se aplica a las personas, las empresas y sus operaciones.

Una revisión de las diferentes definiciones de mejora continua revela que lo siguiente es relevante cuando se trata de diferentes conceptos::

1. Actividad recurrente para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos? (ISO 9001:2008).
2. Mejorar un proceso, cambiarlo para hacerlo más efectivo, eficiente y adaptable (James Harrington 1993).
3. Proceso sistemático donde siempre se busca la perfección (Deming 1996).
4. Lo que las empresas necesitan hacer si quieren siempre ser competitivas (Karou Ishikawa 1986).

Las ventajas más destacables de la Mejora Continua con respecto a otras metodologías son:

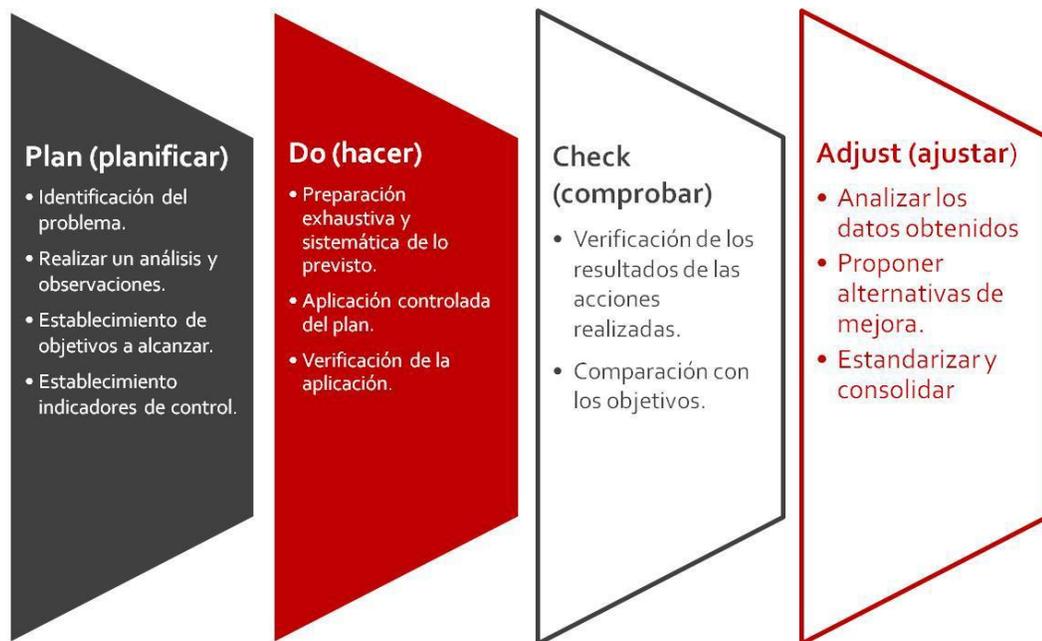
1. Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales.
2. Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles.
3. Minimice los productos defectuosos.
4. Aumente la productividad y haga que su organización sea competitiva.
5. Ayuda a adaptar el proceso a los avances tecnológicos.

6. Permite eliminar procesos repetitivos(Mallar, 2013).

Aunque existen diversas variantes la metodología de Mejora Continua suele basarse en el

ciclo PDCA:

**Imagen 6 PDCA**



**Fuente:** <https://www.esan.edu.pe/>

#### 4.3.3 ¿Qué es kaizen?

Kaizen significa "cambio para mejor" o "mejora" en japonés y "mejora continua" en el uso común cuando se traduce al español. Mejorar continuamente la vida personal, familiar, social y profesional. Esto significa una mejora continua en la que todos participan por igual..

Esta metodología fue introducida por Taiichi Ohno, ingeniero japonés, conocido por diseñar el sistema de producción Toyota, just in time, dentro del sistema de producción del fabricante de automóviles(Soler, 2015).

El objetivo de Kaizen es el "compromiso de los empleados" basado en una visión de los problemas que surgen en la empresa.

- Gerencia 4%.
- Encargados intermedios 9%.
- Supervisión 74%.
- Personas ejecutantes 100%.

Hiroshi Okuda, director de Toyota de 1999 a 2006, decía: “Quiero a todos los empleados en Toyota realizando cambios o que por lo menos no sean un obstáculo para quienes quieran implementar cambios”, Basado en:

- Las ideas provienen de las personas.
- 1,5 millones de ideas al año.
- Ahorro de \$ 300 millones al año.
- Sistema tradicional: una idea realizada en 7 años.

Y es por eso que existe una gran diferencia entre las organizaciones tradicionales y el kaizen. La primera es por las siguientes razones.

- El gerente es la persona que toma la decisión.
- La participación de los empleados en la toma de decisiones es baja.
- No hay forma de motivar y capturar las ideas de los empleados.
- Las características de Kaizen son las siguientes.
- Comprender, motivar y mantener a los empleados comprometidos.
- Priorizar las necesidades del cliente.

- Construir en base a la calidad(Soler, 2015).

#### **4.3.4 Mejora continua frente a kaizen.**

No es necesario aplicar KAIZEN a las actividades de mejora continua. Las empresas pueden adoptar un ciclo PDCA de arriba hacia abajo sin las ideas y la participación de líderes y empleados. Además, informalmente, es la práctica habitual de innovación en las empresas occidentales. (Soler, 2015)

Por tanto, basta con definir un grupo de trabajo de expertos dentro o fuera de la organización para analizar el problema, proponer soluciones, evaluar los resultados y estandarizar la aplicación.

#### **4.3.5 Entonces ¿qué es Lean Manufacturing?**

La manufactura esbelta es una filosofía basada en la tecnología que mejora la productividad de una empresa y está respaldada por el siguiente conjunto de herramientas:

- Eliminar todas las operaciones que no agregan valor al producto.
- Servicios y procesos.
- Incrementar el valor de todas las actividades realizadas eliminando cosas innecesarias.
- Reducen el desperdicio y mejoran las operaciones. Siempre
- Sobre los empleados.
- Como resultado, logramos una mejora significativa, específica y medible de nuestra competitividad.
- Así, la filosofía lean permite a las empresas conseguir:
- Eliminación planificada de todo tipo de residuos.
- Respete a nuestros empleados.
- Mejorar continuamente la productividad y la calidad.

#### **4.3.6 Metas del lean manufacturing.**

La manufactura esbelta es una filosofía, un conjunto de herramientas de trabajo, y después de acertar con el, pasamos a nuestro próximo objetivo.

- Reducir drásticamente la cadena de residuos.
- Inventario reducido.
- Espacio de producción reducido.
- Crear un sistema de producción más robusto.
- Cree un sistema de entrega de material adecuado.
- Diseño de planta mejorado para una mayor flexibilidad y flujo de material optimizado(EALDE Business School, 2020).

#### **Siendo los beneficios conseguidos:**

- Reducir los costos de fabricación.
- Reducción de inventarios.
- Reducción del tiempo de entrega (retraso).
- Máxima calidad.
- Menos trabajo.
- Mejorar la eficacia del equipo.
- Reducir el desperdicio
- Eliminar la sobreproducción.
- Reducción del tiempo de espera (latencia).
- Organizar el transporte y la logística, optimizar la movilidad.
- • Procesos organizativos(EALDE Business School, 2020)

Toyota Production System ha encontrado una oportunidad para mejorar los sistemas de producción tradicionales aprovechando los costos y enfocándose en la reducción de costos. El TPS (Toyota Production System) propone varias mejoras que garanticen el flujo del sistema cumpliendo con las especificaciones del cliente y para lograrlo introduce máquinas que puedan monitorearse (Mejoras en calidad)(Velázquez, 2011), creando cambios rápidos para cumplir con la variedad deseada por el cliente (SMED) y sistemas para controlar el flujo de material (Kanban), etc. (Stewart, 2012).

El sistema también tiene varios aspectos positivos, incluida una mejor calidad, tiempos de entrega más cortos y una reducción significativa en los costos de producción. Adicionalmente, este sistema establece que al final del proceso se podrá reducir el uso de los materiales, emplear menor inversión, inventario y consumo de espacio. (Feld, 2001). El sistema de producción Toyota fue creado únicamente para condiciones de negocio(Velázquez, 2011). La aplicación de este sistema requiere un concepto claro sobre la libre competencia. Las empresas deben salir del mercado competitivo para que las organizaciones no luchen por los ingresos y la supervivencia. Además, el sistema tiene una fuerte orientación al cliente. Las organizaciones también necesitan comprender quiénes son sus clientes, qué quieren y con qué necesitan estar completamente satisfechos.

Valor para el cliente: La estrategia a seguir es descartar cambios, ya que necesitamos agregar valor a nuestros productos para satisfacer a los consumidores. Largo plazo: Las organizaciones que quieran implementar este método deben estar orientadas a largo plazo, en donde se estipula la eliminación de los residuos(Wilson, 2010)

- Una estrategia simplificada para reducir el tiempo de alistamiento.
- Cambio en < 10 minutos.
- En última instancia, para aumentar la capacidad del proceso y agilidad en las actividades.

La reducción del tiempo de alistamiento permite más tiempo disponible de producción y mayor cantidad de alistamientos.

Alistamientos más rápidos tienen otros beneficios.

- Producción responde más rápido a los pedidos de los clientes.
- Producción se ajusta a tirajes más cortos.
- Minimización en proceso en la fábrica.
- Minimización de inventarios.

Definiciones preliminares en SMED

•Actividades de alistamiento:

Descripción general de cada acción que se realiza. Al anotarla debe iniciarse con un verbo

•Secuencia de alistamiento:

Orden cronológico de las actividades

***Imagen 7. Los 7 pasos para reducir el alistamiento.***



**Fuente:** 3Ciencias

El ingeniero japonés Shigeo Shingo (1909-1990) se enfrentó a este problema en la década de 1950 y supo diseñar soluciones innovadoras. Es considerado uno de los padres de TPS (Toyota Production System) junto con Taiichi Ohno, considerado el creador de los conceptos e ideas detrás del Toyota Production System, mientras que Shigeo Shingo es Taiichi Ohno. realizar posibles enfoques y convertirlos en técnicas y herramientas específicas.

Shingo es conocida por la tecnología SMED que se describe en detalle a continuación, pero también es una empresa conocida mundialmente por su calidad. Sentó las bases del ZQC (Zero Quality Control) que propugna la eliminación de la no-calidad en el origen y relacionado con ello, inventó la utilización de los poka-yokes, que son mecanismos que hacen imposible la generación de errores en los procesos productivos(Arrieta, 2007).

"El SMED hace posible responder rápidamente a las fluctuaciones de la demanda y crea las condiciones necesarias para las reducciones de los plazos de fabricación. Ha llegado el tiempo de

despedirse de los mitos añejos de la producción anticipada y en grandes lotes. La producción flexible solamente es accesible a través del SMED", Shigeo Shingo(Arrieta, 2007).

SMED significa "Intercambio de troqueles en un minuto" y significa que puede realizar los cambios de formato o dispositivo necesarios para cambiar lotes en menos de 10 minutos.

Un poco más de profundidad en qué consiste la técnica.

La técnica SMED sigue los siguientes pasos:

1. OBSERVAR y comprender el proceso de cambio de lote.

El proceso de cambio de lote discurre desde última pieza correcta del lote anterior, Hasta la primera parte correcta del siguiente lote.

En esta primera etapa se hace una observación detallada del proceso para entender cómo va el proceso y saber cuánto tiempo lleva.

Son 3 las actividades principales:

- Capture toda la gama de trabajos preparatorios. Preste especial atención a los movimientos de las manos, el cuerpo y los ojos. Si la edición es realizada por más de una persona, todas deben registrarse al mismo tiempo.
- Formar un grupo de trabajo interdisciplinario, incluyendo registro de protagonistas, personal de producción, gerencia, personal de mantenimiento, calidad y más. En esta fase se aclaran preguntas y se recogen ideas.
- Elaboración del documento de trabajo, donde se resumirán de forma sencilla las actividades realizadas y los tiempos que comprenden(Arrieta, 2007).

## 2. IDENTIFICAR y SEPARAR las operaciones internas y externas.

Las operaciones internas son operaciones que deben realizarse cuando la máquina deja de funcionar. Las operaciones externas son operaciones que se pueden realizar mientras la máquina está en funcionamiento. Al principio, todas las operaciones son confusas y se ejecutan como internas. Por tanto, las fases de identificación y separación son muy importantes. Por ejemplo, transportar los moldes utilizados en el siguiente lote a una máquina es una actividad subcontratada porque se puede realizar independientemente del funcionamiento de la máquina. Limpiar el tamiz en un molino de pintura debe realizarse con la máquina parada y por eso se considera una operación interna(Espin, 2013).

## 3. CONVERTIR las operaciones internas en externas.

Durante esta fase, las actividades externas se llevan a cabo fuera del período de transición y se reduce el tiempo dedicado a realizar cambios.

Por ejemplo: si antes de realizar el cambio de lote, se acerca el molde hasta la prensa, así se ha restado este tiempo del tiempo de cambio convirtiendo la operación de interna a externa(Espin, 2013).

## 4. REFINAR todos los aspectos de la preparación.

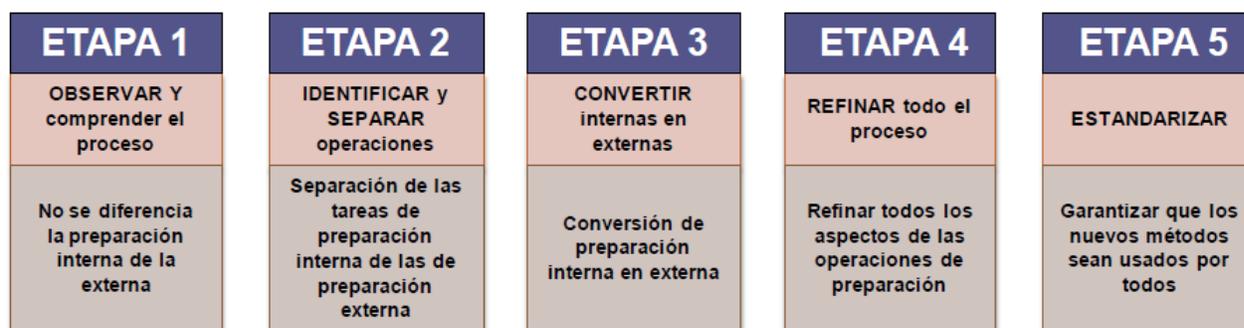
En esta etapa, todas las operaciones, tanto internas como externas, deben optimizarse para reducir el tiempo de uso tanto como sea posible. Los tiempos de las operaciones externas se reducen mejorando la localización, identificación y organización de útiles, herramientas y resto de elementos necesarios para el cambio(Espin, 2013).

Para reducir el tiempo de actividad interno, las operaciones se realizan en paralelo, lo que requiere un método de bloqueo rápido y elimina la necesidad de ajustes.

## 5. ESTANDARIZAR el nuevo procedimiento.

La fase final intenta mantener las nuevas metodologías que se han ido desarrollando a lo largo del tiempo.. Para ello se genera documentación sobre el nuevo procedimiento de trabajo, que puede incluir documentos escritos, esquemas o nuevas grabaciones de vídeo(Espin, 2013).

### *Imagen 8 Etapas de la metodología SMED*



**Fuente:** Elaborada por el Autor

Los términos a considerar son: método de producción ajustada, VSM, SMED, tiempo de ciclo, Tiempo de alistamiento distribución en planta, Retorno sobre el Capital, Inventario, Muda, Costos de Producción, entre otros.

*El sistema de manufactura esbelta está anclado en el sistema justo a tiempo (JIT) desarrollado por el fabricante de automóviles Toyota en la década de 1950. A medida que el sistema se ha extendido a otras regiones y países, surgieron modelos y se convirtieron en el modelo para los sistemas de mejora de la productividad asociados con altos -industrias tecnológicas. De forma resumida puede decirse que Lean consiste en la aplicación sistemática y habitual de un conjunto de técnicas de fabricación que buscan la mejora de los procesos productivos a través de la reducción de todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios(Gaviño et al., 2018). La clave del modelo fue crear una nueva cultura que tendiera a buscar aplicar las innovaciones de las*

instalaciones tanto a nivel de trabajo como en la línea de producción, todo con total colaboración y entre gerentes, gerentes y operadores. La comunicación se considera fundamental.

**Tabla 2 Origen y evolución de los principios Lean**

JIT	JWO	LEAN
Minimización de producto en proceso	Trabajadores Multiskill	Estandarizaciones
Flujo continuo	Calidad en el puesto	Calidad
Minimización de tiempos	Organización en el lugar	Mejoramiento
Minimización de tiempos en fabricación	Mejoramiento de puestos	Compromiso de empleados

**Fuente:** Elaborado por el autor.

**Tabla 3 Lista de técnicas asimiladas de mejora en producción.**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las 5 S</li> <li>• Control Total de Calidad</li> <li>• Círculos de Control de Calidad</li> <li>• Sistemas de sugerencias</li> <li>• SMED</li> <li>• Disciplina en el lugar de trabajo</li> <li>• Mantenimiento Productivo Total</li> <li>• Kanban</li> <li>• Just in Time</li> <li>• Cero Defectos</li> <li>• Mejoramiento de la Productividad</li> <li>• Autonomación (Jidoka)</li> <li>• Técnicas de gestión de calidad</li> <li>• Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación al cliente</li> <li>• Control Estadístico de Procesos</li> <li>• Análisis e ingeniería de valor</li> <li>• Coste Basado en Actividades</li> <li>• Seis Sigma</li> <li>• Mejoramiento de la calidad</li> <li>• Sistema Matricial de Control Interno</li> <li>• Cuadro de Mando Integral</li> <li>• Presupuesto Base Cero</li> <li>• Organización de Rápido Aprendizaje</li> <li>• Despliegue de la Función de Calidad</li> <li>• AMFE</li> <li>• Ciclo de Deming</li> <li>• Función de Pérdida de Taguchi</li> </ul>
--	--

**Fuente:** Elaborada por el autor.

La mejor manera de obtener las técnicas más importantes en una vista simple, ordenada y consistente es agruparlas en tres grupos diferentes. El primer grupo incluye técnicas que se pueden aplicar a cualquier empresa por sus características, claridad y desempeño real. Su enfoque práctico

y en muchas ocasiones, el sentido común, permite sugerir que deberían ser de “obligado cumplimiento” en cualquier empresa que pretenda competir en el mercado actual, independientemente de si tiene formalizada la aplicación sistemática del Lean(Leanlandia, 2019).

- **5S.** Tecnología utilizada para mejorar las condiciones laborales de la empresa mediante una buena organización, orden y limpieza del lugar de trabajo.

- **SMED.** El sistema se utiliza para reducir los tiempos de preparación.

- **Estandarización.** La ingeniería busca formular instrucciones escritas o ilustradas para mostrar la mejor manera de hacer el trabajo.

- **TPM.** Una serie de acciones para mantener la productividad general con el fin de eliminar las pérdidas debidas al tiempo de inactividad de la máquina.

- **Inspección visual.** Un conjunto de técnicas de comunicación y control visual que permiten a todos los empleados conocer el estado del sistema y el avance de las acciones de mejora.

Un segundo grupo estaría formado por aquellas técnicas que, aunque aplicables a cualquier situación, exigen un mayor compromiso y cambio cultural de todas las personas, tanto directivos, mandos intermedios y operarios(Soler, 2015):

- **Jidoka.** Ingeniería basada en una combinación de sistemas y dispositivos que proporciona a la máquina la capacidad de detectar errores continuos..

- **Técnicas de calidad.** Un conjunto de tecnologías proporcionadas por los sistemas de aseguramiento de la calidad para reducir y eliminar defectos.

- **Sistemas de participación del personal (SPP).** Sistemas organizados de grupos de trabajo de personal que canalizan eficientemente la supervisión y mejora del sistema Lean.

En un último grupo se encuadrarían técnicas más específicas que cambian la forma de planificar, programar y controlar los medios de producción y la cadena logística.

En comparación con los métodos anteriores, requieren recursos especiales para implementarlos y son métodos más avanzados siempre que representen la máxima adopción del modelo JIT.

- **Heijunka.** Un conjunto de tecnologías que ayudan a planificar y satisfacer las necesidades de cantidad y variedad de los clientes a lo largo del tiempo y les permiten evolucionar gradualmente hacia la producción continua.

- **Kanban.** Sistema de control y planificación del tiempo de producción basado en tarjetas.

El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen las herramienta y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito(Wilson, 2010).

**Métodos y tiempos:** El estudio de los métodos y tiempos de trabajo son técnicas organizativas básicas que se utilizan en muchas aplicaciones. Esta técnica le permite encontrar errores que de otro modo serían difíciles de detectar.

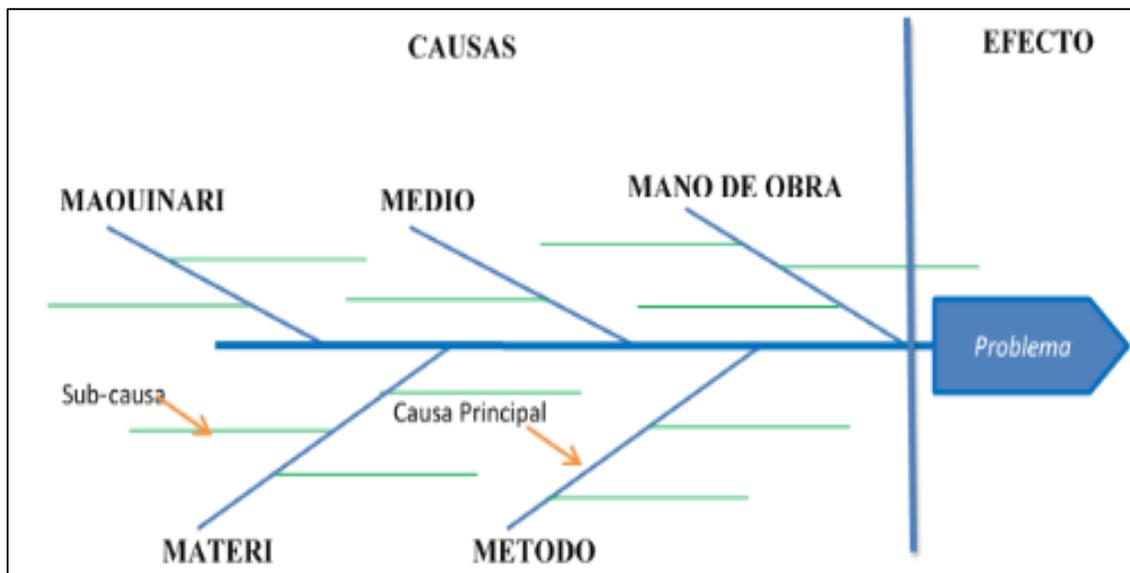
**Estudio de movimientos:** Analiza detenidamente los diferentes movimientos que realiza el cuerpo humano durante el trabajo de parto. Su propósito es eliminar o reducir los movimientos

ineficientes y promover y acelerar los movimientos efectivos. El estudio de movimiento facilitará su trabajo y acelerará su producción.

**Herramienta:** Es un objeto creado para facilitar la realización de tareas mecánicas que requieren la aplicación precisa de energía.

**Línea de producción:** Conjunto armonizado de diversos subsistemas, todos estos con una finalidad en común: transformar o integrar, materia prima en otros productos(sites.google.com, 2003).

*Imagen 9 Diagrama ishikawa*



**Fuente:** <https://www.redbility.com/diagrama-de-ishikawa/>

En la imagen 12 está referida al diagrama de Ishikawa; Los diagramas de causa y efecto representan varios factores del sistema (causas) que pueden contribuir a un problema (impacto) y se utilizan para identificar las posibles causas de un problema.

**Imagen 10 Diagrama cinco porqués.**



**Fuente:** <https://www.progressalean.com>

En la imagen 13, Es el organizador quien puede analizar la causa, fenómeno o razón por la que un concepto en particular es importante. Con base en esta figura, se evalúan los factores específicos que pueden ser la causa raíz del problema. Esto se conoce como el diagrama de cinco causas.

#### **4.4 Marco metodológico**

##### **4.4.1 Método de investigación.**

Este tipo de investigación se apoya en estudios inductivos porque permite conocer situaciones, hábitos y actitudes comunes a través de una descripción precisa de las actividades, procesos y objetos que existen en el entorno estudiado.

La investigación inductiva consiste en la recolección de datos individuales para ejecutar acciones generales, estos datos son recolectados bajo lineamientos metodológicos ya desarrollados(Davila, 2006).

#### **4.4.1.1 Tipo y enfoque de la investigación.**

El tipo y propósito del estudio es cuantitativo y descriptivo, será un estudio de la problemática bajo metodologías y procesos desarrollados haciendo que todas las actividades resultantes sean posibles ya que la metodología lleva a tomar decisiones asertivas.

#### **4.4.1.2 Variables del problema dependientes.**

- Mejoramiento del sistema productivo.
- Diseño y elaboración de la propuesta(Domínguez, 2007).

#### **4.4.1.3 Variables del problema independientes.**

- Diagnóstico
- Propuesta
- Estudio Económico

### **4.4.2 Diseño metodológico**

#### **4.4.2.1 Técnica para la recolección de la información.**

Las técnicas definidas para la recolección de datos están situadas mediante dos etapas. La primera etapa, es el diagnóstico, se realiza mediante las listas de chequeo con la herramienta de modelo de autoevaluación con las herramientas Lean manufacturing(Piñero, 2015).

La segunda etapa, es la definición de las herramientas a utilizar ajustadas al proceso de mejora bajo la metodología Lean Manufacturing, se va a realizar graficando los resultados obtenidos en las listas de chequeos, se continua con el plan PDCA, definiendo el problema (efecto) que será analizado. Se crea la espina de pescado y se analiza las causas, se realizan preguntas para explorar las relaciones de causa-efecto que generen un problema en particular, apoyado mediante las herramientas diagrama deIshikawa, diagrama de Pareto y técnica de los cinco porqués(Hogg, 1993).

*La tecnología de recopilación de información utilizada en este proyecto de investigación fueron:*

#### **4.4.2.2 Fuentes Primarias:**

Para recolectar la información se utilizarán las técnicas de recolección de datos en los procesos existentes dentro de la empresa.

**1) La Observación:** Mediante esta técnica se analizará con detalle los problemas que presenta actualmente la empresa, entendiendo el entorno productivo de la misma, de tal manera que se pueda hacer un diagnóstico que permita ejecutar las acciones correctivas.

**2) La Entrevista:** Esta técnica permitirá facilitar la comunicación más fluida cuando se requiera pedir una opinión personal con relación al ambiente de trabajo en la empresa.

**3) Cuestionario:** Esta técnica se realizará a modo de lista de chequeo donde se le aplicara en la empresa Para obtener la información que necesita para ejecutar diagnósticos, esto ayuda a identificar las herramientas de fabricación ajustada para comenzar.

#### **4.4.2.3 Fuentes secundarias:**

Para el presente trabajo se tomarán trabajos de grados, revistas de páginas web, trabajos de investigación, Texto explicativo sobre los conceptos, tecnologías e implementaciones de la manufactura esbelta en el campo de la organización industrial.

## **4.5 Marco legal.**

### **4.5.1 Resolución 683 de 2012 (marzo 28)**

Por medio de la cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano(Minsalud, 2012b).

## **CAPÍTULO I**

### **Objeto y campo de aplicación**

**Artículo 1°.** Objeto. El propósito de esta resolución es establecer normas técnicas que especifiquen los requisitos de higiene que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipos para entrar en contacto con alimentos y bebidas utilizados por el ser humano para proteger su salud. Evitar comportamientos que puedan inducir a error a los consumidores.

**Artículo 2°.** Se aplica lo dispuesto en las normas técnicas establecidas por esta resolución:

1. Materiales, artículos, envases y equipos destinados al contacto directo o indirecto con alimentos, bebidas y materias primas de los mismos consumidos por humanos. Principalmente, la industria alimentaria y los servicios de restauración y electrodomésticos y electrodomésticos.

2. Toda persona natural o natural que se dedique a la producción, almacenamiento, comercialización, distribución y venta de materiales, artículos, envases y equipos nacionales e importados con el fin de comercializar el contacto con alimentos y bebidas para consumo humano y transporte. Ocupaciones.

3. Las actividades de inspección, vigilancia y control que ejerzan las autoridades sanitarias sobre la fabricación, almacenamiento, transporte, comercialización, distribución, expendio, importación y exportación de materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en

contacto con alimentos y bebidas para consumo humano. Parágrafo. Las disposiciones contenidas en el presente reglamento técnico no se aplican a los envases secundarios o embalajes (Minsalud, 2012b).

## CAPÍTULO II

### Definiciones

**Artículo 3°.** Definiciones. Se han adoptado las siguientes definiciones a los efectos del presente Reglamento Técnico:

*Aditivos Sustancias añadidas intencionalmente a polímeros y otros sustratos utilizados en la fabricación de materiales, artículos, envases y equipos para tratarlos y mejorar o modificar una o más de sus propiedades.*

*Producto precursor para envasado. Producto semiacabado o material intermedio (película plástica, hoja y palanquilla) a partir del cual se fabrica el recipiente destinado a entrar en contacto con los alimentos.*

*Buenas prácticas de fabricación (BPF). Un aspecto de la garantía de calidad asegura que los materiales, artículos, embalajes y equipos se fabriquen y controlen.*

*tintes. Se añade para dar color a disolventes, plásticos y otras sustancias orgánicas que pueden disolverse en el sustrato.*

*Declive. Pérdida de las propiedades originales de un plástico o elastómero.*

*Aditivos Sustancia añadida intencionalmente a polímeros y otros sustratos utilizados en la fabricación de materiales, artículos, recipientes y equipos para tratarlos y mejorar o cambiar una o más de sus propiedades.*

*Producto precursor para envasado. Productos semiacabados o intermedios (películas, láminas y palanquillas de plástico) a partir de los cuales se fabrican los recipientes en contacto con alimentos.*

*Buenas prácticas de fabricación (BPF). Un aspecto de la garantía de calidad es garantizar que las materias primas, los artículos, el embalaje y el equipo se fabriquen y controlen.*

*tinte. Se agrega a los disolventes colorantes, plásticos y otras sustancias orgánicas que pueden disolverse en el sustrato.*

*Declive. Pérdida de las propiedades originales de los plásticos o elastómeros.*

*Materiales plásticos.* Compuestos macromoleculares orgánicos obtenidos por procesos de polimerización (policondensación, poliadición u otros) a partir de monómeros y otras sustancias de partida, o por modificación química de macromoléculas naturales(Minsalud, 2012b).

#### **4.5.2 Resolución 4143 de 2012 (diciembre 7)**

por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos plásticos y elastoméricos y sus aditivos, destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano en el territorio nacional(Minsalud, 2012a).

## **CAPÍTULO I**

### **Objeto y Campo de Aplicación**

**Artículo 1°.** Objeto. Esta resolución tiene por objeto los requisitos de higiene que deben cumplir los materiales, artículos, envases y equipos de plástico y elastómero y sus aditivos destinados al contacto con alimentos y bebidas destinados al consumo humano. Se trata de fijar un

reglamento técnico en todo. Proteger la vida y la salud y prevenir actos que puedan inducir a error o engañar a los consumidores.

**Artículo 2°.** Campo de aplicación. Las disposiciones de las normas técnicas establecidas por esta resolución se aplican a todo el territorio del país:

1. Los materiales, objetos, envases y equipamientos plásticos y elastoméricos y sus aditivos, nacionales e importados, destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano(Minsalud, 2012a).

2. Materiales, objetos, recipientes y equipo que constan de dos o más capas de material, cada una de las cuales solo consta de plástico.

3. Materiales, objetos, recipientes y equipos con dos o más capas de material, siempre que la capa de contacto con los alimentos sea de plástico. Es posible que uno o más de ellos no sean solo de plástico.

4. Todas las personas físicas o jurídicas que fabriquen, almacenen, comercialicen, distribuyan y transporten materiales, artículos, envases y equipos plásticos y elastoméricos, y sus aditivos. Está diseñado para el contacto humano con alimentos y bebidas, tanto nacionales como importados.

5. Las actividades de inspección, vigilancia y control que ejerzan las autoridades sanitarias competentes a los materiales, objetos, envases y equipamientos plásticos y elastoméricos y sus aditivos, destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano(Minsalud, 2012a).

## CAPÍTULO II

### Definiciones

**Artículo 3°.** Definiciones. Para efectos de la aplicación del presente reglamento técnico, se adoptan las siguientes definiciones:

***Cauchos sintéticos.*** Material obtenido de la polimerización de dieno conjugado, que contiene un doble enlace en la molécula de polímero y con la adición de varios aditivos. Entre estos, se pueden citar cauchos tales como isobutenosopreno, estireno-butadieno, acrilonitrilobutadieno, cloropreno e isopreno.

***Plásticos.*** Materiales formados por polímeros orgánicos, sintéticos o derivados de compuestos naturales, a los cuales se pueden agregar varios tipos de aditivos, pigmentos o colorantes, y que pueden ser moldeados para obtener diversas formas, normalmente mediante calor y presión(Minsalud, 2012a).

## TÍTULO II

### CAPÍTULO I

#### Requisitos Sanitarios y Prohibiciones

**Artículo 4°.** Lista positiva de sustancias permitidas. Sustancias, polímeros, aditivos utilizados en la fabricación de objetos, envases, materiales y equipos en plásticos y elastómeros y sus aditivos utilizados para el contacto con alimentos y bebidas.

**Artículo 5°.** Límites de movimiento máximos y específicos configurables. Los plásticos y elastómeros, artículos, envases, equipos y sus aditivos, sustancias en cantidades que exceden los

límites de movimiento específicos establecidos en algunas de sus listas positivas, no se fabrican en alimentos y bebidas. (Ministerio de Salud de Colombia, 2012)

#### **4.6 Marco Académico.**

##### **4.6.1 Relación con las líneas de investigación.**

El programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Antonio Nariño tiene dos líneas de investigación, productividad y sistemas de gestión en las organizaciones, la propuesta de mejora está basada en las herramientas lean Manufacturing, encaminada al mejoramiento de la productividad, aumentando su eficiencia en el proceso conforme a las necesidades de las mismas; optando a una cultura organizacional de implementación de herramientas lean Manufacturing que permitan la innovación de productos, servicios, procesos, procedimientos y estrategias de la empresa(Minsalud, 2012a).

##### **4.6.2 Relación con la misión del programa de Ingeniería Industrial**

Este trabajo está enlazado con la misión de la universidad Antonio Nariño, ya que está enfocado en la formación de ingenieros industriales contribuyendo con el desarrollo socioeconómico del país, a través de la sólida formación de la facultad, ya que se propone una mejora para aumentar la productividad de la empresa Proimpo S.A.S, brindando mejores mayores oportunidades para la empresa de aumentar sus ingresos.

##### **4.6.3 Relación con la visión del programa de Ingeniería Industrial**

Creación de propuestas de mejora de procesos, brinda a los profesionales satisfacción al compartir sus conocimientos académicos de mejoramiento, investigación e implementación, motivando a dar un valor agregado a las mismas y su crecimiento profesional, siendo más competente a las necesidades del entorno.

#### **4.6.4 Relación con los Objetivos del programa de Ingeniería Industrial**

Al prepararse para este tipo de trabajos, los estudiantes desarrollan programas de formación mejores y más competentes, asumen sus responsabilidades como ciudadanos y promueven una mejor calidad de vida en la sociedad, al contribuir al desarrollo de programas de investigación en el ámbito académico y científico, garantizando mejoras en las problemáticas que se presentan en la industria, obteniendo una capacidad de análisis más coherente e integrales de las actividades de la ingeniería industrial.

#### **4.6.4 Asignaturas del programa aplicadas en el trabajo de grado**

- Organización y métodos: Se destaca para la elaboración de los estudios técnicos desarrollados en este proyecto.
- Diseño De Planta: Permite evidenciar las áreas de la empresa.
- Control De Calidad: Aporta las diferentes herramientas de Lean Manufacturing.
- Estadística: Posibilita recolectar, cuantificar y disponer de elementos para el manejo de la información.
- Finanzas: Brinda las herramientas necesarias para analizar las diferentes alternativas y viabilidades de acuerdo con el análisis financiero para el costo de mejora en el proyecto de grado.

#### **4.6.5 Competencias que se demuestran en el desarrollo del trabajo de grado**

- Capacidad de análisis.
- Optimización de recursos.
- Manejo de la información recolectada.
- Definición de métodos.
- Análisis de evaluaciones.

## **5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1 Información de la empresa.**

Proimpo S.A.S Como empresa líder con más de 37 años de experiencia, brindando soluciones estratégicas, diversas e integrales de marketing y ventas. Dedicada a la elaboración de productos de plástico, como cucharas, thermos, vasos, entre otros.

Hemos trabajado con un equipo experimentado que está familiarizado con nuestros clientes objetivo y sus canales. Esto nos permite brindar soluciones rápidas, eficientes e innovadoras. Tiene experiencia en la implementación de proyectos en la región y ofrece operaciones directas desde Colombia y Perú a la mayor parte de Latinoamérica..

Actualmente se cuenta con una capacidad de 960.000 unidades que equivale a 48 toneladas plástico procesado por mes en promedio.

#### **5.1.1 Misión**

Nuestro compromiso fundamental radica en generar valor a las marcas de nuestros clientes a través de desarrollo de estrategias promocionales, competitivas, diferenciales y rentables, lo cual nos permitirá cada vez fortalecer nuestra participación en el mercado nacional e internacional, enmarcada dentro de los valores de la compañía(Velez et al., 2015).

Reconocemos a nuestros individuos la generación de valor para la misma, procurando su desarrollo personal y profesional.

Establecemos políticas claras de austeridad que le permitan a la compañía mantenerse en el futuro y estar a tono con la globalización a través de continuas innovaciones tecnológicas.

### **5.1.2 Visión**

PROIMPO S.A.S. Se consolidará como líder en el mercado mediante:

- El desarrollo del mercado internacional o de exportación.
- Desarrollo de alianzas comerciales con compañías de gran escala capturando su mayor presupuesto promocional.
- Ampliación de la capacidad de producción o identificación de proveedores externos, garantizando el más bajo costo de producción con la mejor calidad.
- Consolidación de un equipo humano altamente capacitado y comprometido con la organización.

### **5.1.4 Objetivos de Calidad**

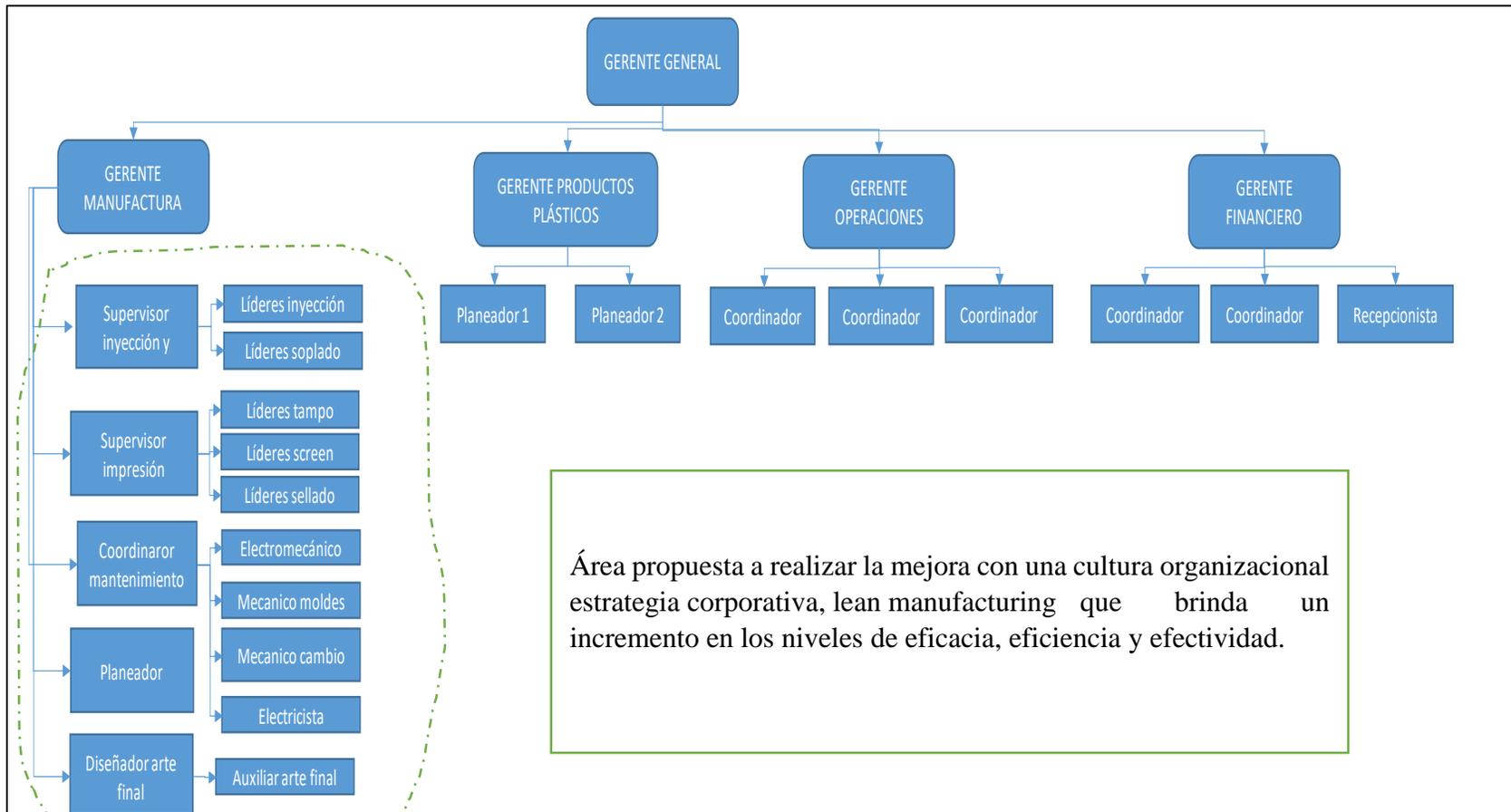
- Realizar el seguimiento de las operaciones a través de la medición de sus principales procesos.
- Garantiza la implementación de las acciones de mejora continua definidas por la organización.
- Contar con el equipo humano competente para el desarrollo de las actividades.
- Reconocido por los clientes como el mejor proveedor en categorías promocionales / merchandising.
- Cumplir con toda la normatividad legal y requerimientos de otra índole que apliquen a la empresa.
- Garantiza recursos de infraestructura Necesario para el correcto desarrollo de las actividades.

### **5.1.5 Organigrama.**

Actualmente la empresa Proimpo S.A.S cuenta con un organigrama que representa la estructura desde la gerencia hasta el final del proceso identificado en la imagen 14 que está compuesta por un gerente general seguido de un staff gerencial en primer nivel que es conformado por un gerente de manufactura, gerente de productos plásticos, gerente de operaciones y por último un gerente financiero; el área de manufactura en segundo nivel cuenta con 2 supervisores para áreas de inyección e impresión, un coordinador de mantenimiento, un planeador y un diseñador de arte final, los puestos anteriores cuentan con unos líderes de procesos menos el coordinador de mantenimiento que cuenta con un electromecánico, un mecánico de moldes, un electricista y un mecánico de cambio de moldes; el gerente de productos plásticos cuenta con dos planeadores; el gerente de operaciones con tres coordinadores y por último el gerente financiero

cuenta con dos coordinadores y una recepcionista; es de aclarar que no se encuentra en este organigrama, pero a nivel de líderes ya sigue todo el personal operativo de la planta que son aproximadamente 110 personas.

**Imagen 11 Organigrama planta Proimpo S.A.S**



**Fuente:** Proimpo S.A.S

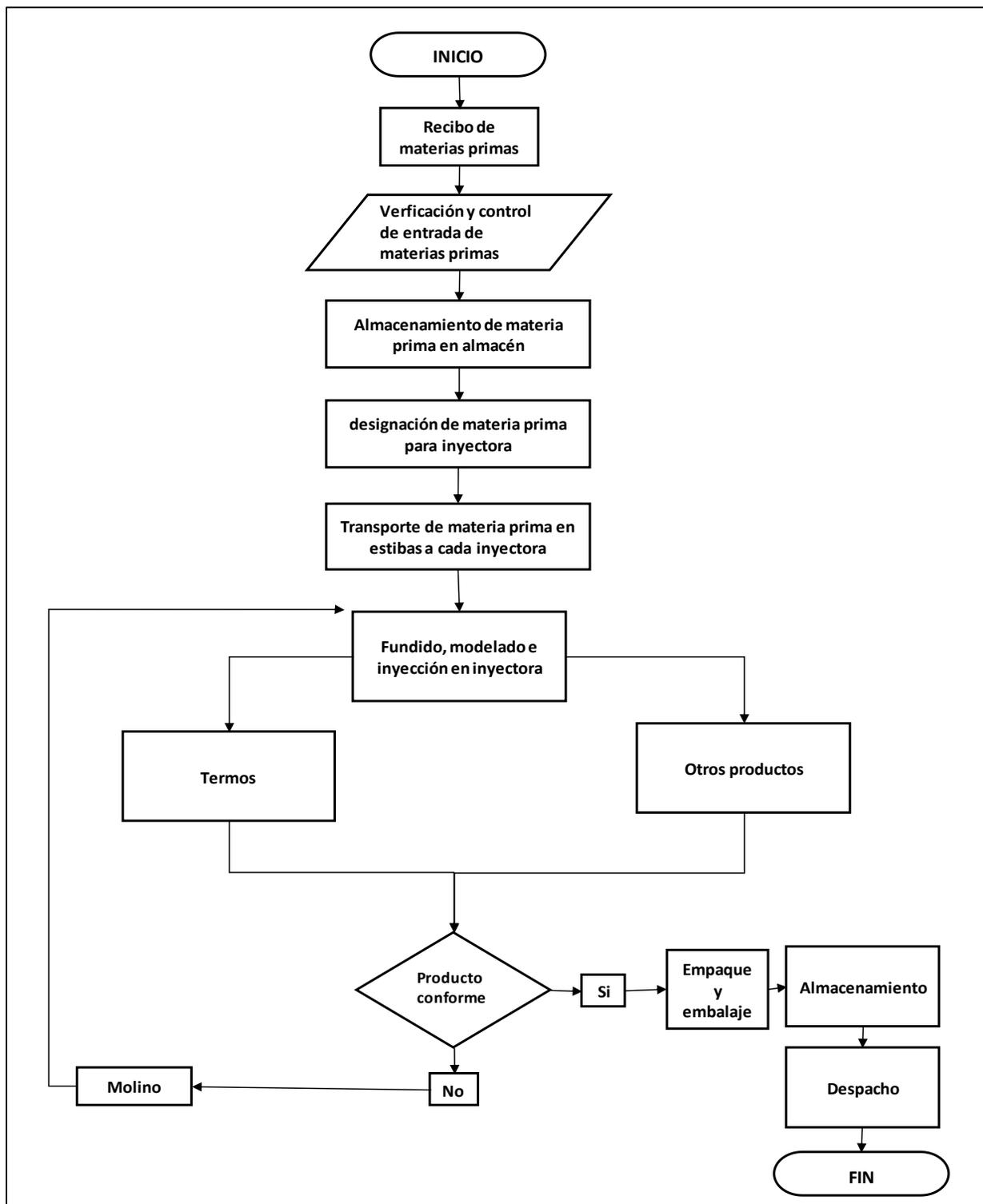
### 5.1.6 Flujo de proceso

De igual manera se presenta el diagrama de flujo de proceso de la empresa Proimpo S.A.S, mostrando el flujo de entrada de materiales a la empresa hasta su producto terminado, el diagrama de flujo se caracteriza por enfocar su proceso en su producto principal (termos) y otros productos (vasos, cucharas, tapas, etc.), pasando por unas variables de fabricación y control representados mediante la imagen 15(sites.google.com, 2018).

El proceso inicia con la recepción de materias primas las cuales son Polipropilenos, Polietilenos, Estirenos y PET; estos materiales llegan en Pellets con unidades de empaque de 25 kilos para todos menos los de PET que llegan en sacos de 1100 kilos, este material es almacenado y posteriormente llevado al área de inyección en cantidades controladas que son descritas en las órdenes de producción; cada materia prima es ubicada al lado de las inyectoras para posteriormente cargarlas en tolvas que están ubicadas en las unidades de inyección de las máquinas; para el caso del PET tiene un proceso adicional que es cargar en secadores ya que al ser un material higroscópico es sumamente importante pasarlo primero por un proceso de secado a 175°C(Cardenas & Castellanos, 2012).

Para el proceso de inyección el material es cargado en las unidades de inyección que están entre 185 y 220°C para polietilenos y polipropilenos, para estirenos y PET entre 275 a 290°C; al material es cargado en la unidad de inyección el cual es fundido por fricción en un 80% y por calefacción en un 20% que es generado por resistencias, después de ser fundido y cargado en la dosificación calculada para la geometría y volumetría de la pieza, este es inyectado. El molde debe estar refrigerado con agua de Chiller a una temperatura de 10 a 15°C, después de que la pieza es enfriada es expulsada para su revisión y empaque(Fibra y derivados de Mexico. com, 2017).

*Imagen 12. Flujo de proceso.*



**Fuente:** Proimpo S.A.S

### **5.1.3 Política de Calidad**

Nuestro compromiso es mantener una alta calidad en el desarrollo de nuestros productos y servicios y mejorar continuamente a través de nuestro talentoso equipo de satisfacción del cliente. Estamos comprometidos con la creación de valor para las marcas de nuestros clientes mediante el desarrollo de una calidad excepcional. Estrategias promocionales, eficiencia y efectividad de procesos, pilares básicos sobre los que se basa el funcionamiento de nuestras operaciones (Fibra y derivados de Mexico. com, 2017).

Reconocemos la necesidad de la mejora continua para adaptarnos a las cada vez más exigentes condiciones del mercado para diferenciarnos de nuestros competidores, y que todos los empleados realicen sus tareas asignadas, estamos comprometidos en brindarte el conocimiento, la capacitación, la creación y la información que necesitas para hacerlo.

## **5.2 Diagnóstico Lean**

Para la realización del diagnóstico y con el propósito de hacer un reconocimiento de la empresa Proimpo S.A.S, se hizo una visita a las instalaciones y se definió con su alta dirección el alcance del trabajo de grado, donde se recolectó la información sobre el proceso de inyección, la información fue brindada por los operarios y los administrativos, quienes permitieron hacer el análisis de las problemáticas actuales, con el fin de visualizar los puntos críticos para la elaboración del análisis Lean Manufacturing, donde se reitera, realizar una propuesta de mejora basada en las herramientas Lean Manufacturing para la mejora continua, sistematización y agregue valor al proceso, pero elimine las actividades costosas y laboriosas.

Para la elaboración del análisis Lean de Manufacturing, se utilizaron las listas de chequeo referidas por las nueve herramientas lean, como son las 5'S, la cultura organizacional, Smed, poka

yoke, balanceo, flexibilidad, STD del trabajo, mejora continua y TPM, analizadas con el apoyo de los diagramas de Ishikawa y los cinco porqués, de esta manera se logró identificar el estado de cumplimiento de la empresa frente a cada uno de los requisitos planteados por cada una de ellas; cada herramienta es calificada por unos criterios de evaluación que van de 0 hasta 5 donde 0 es la calificación más baja y que es dada cuando no se cuenta la herramienta como práctica y 5 como calificación más alta y es cuando se tiene como una práctica arraigada en toda la organización y sin excepciones, dichas calificaciones están explicadas en: la gráfica 5 (5'S), gráfica 6 (estandarización), gráfica 7 (mejora continua), gráfica 8 (Flexibilidad), gráfica 9 (Poka Yoke), gráfica 10 (Smed), gráfica 11 (TPM,) gráfica 12 (Pull System) y la gráfica 13 (Balanceo); la empresa cuenta con 7 inyectoras que trabajan 24/7 en tres turnos, las materias primas son adquiridas con los diferente proveedores locales como lo es Propilco que pertenece a Terpel y también se importan materias primas desde la China, principalmente el PET.

Actualmente la planta tiene 400 moldes de inyección que son para la inyección de unos 340 productos ya que algunos productos se componen de 3 o 4 moldes de inyección, para poner un ejemplo un producto que se llama tapa Termo Match se compone de 4 moldes de inyección que son 1 para la tapa principal, 1 para la tapa pequeña, 1 para tornillos de ajuste y 1 para anillo donde va el Oring anti goteo. Proimpo en la planta de producción cuenta con unos 150 empleados aproximadamente ya que como muchas industrias tienen picos de producción que generan una alta rotación de personal generando retos importantes para lograr unos niveles de producción, calidad y rentabilidad acordes a los objetivos de la compañía(Prada & Acosta, 2017).

A partir de los resultados del diagnóstico Lean, se obtuvo información que permitió cuantificar el grado de cumplimiento frente a los 100 puntos que plantea cada una de las herramientas lean analizadas.

A continuación se muestra la grafica 2 con los resultados basados en la evaluación de desempeño en la empresa Proimpo S.A.S con las herramientas de la metodología Lean.

**Grafica 2** Gráfico de evaluación de desempeño Lean.



**Fuente.** Elaborada por el autor.

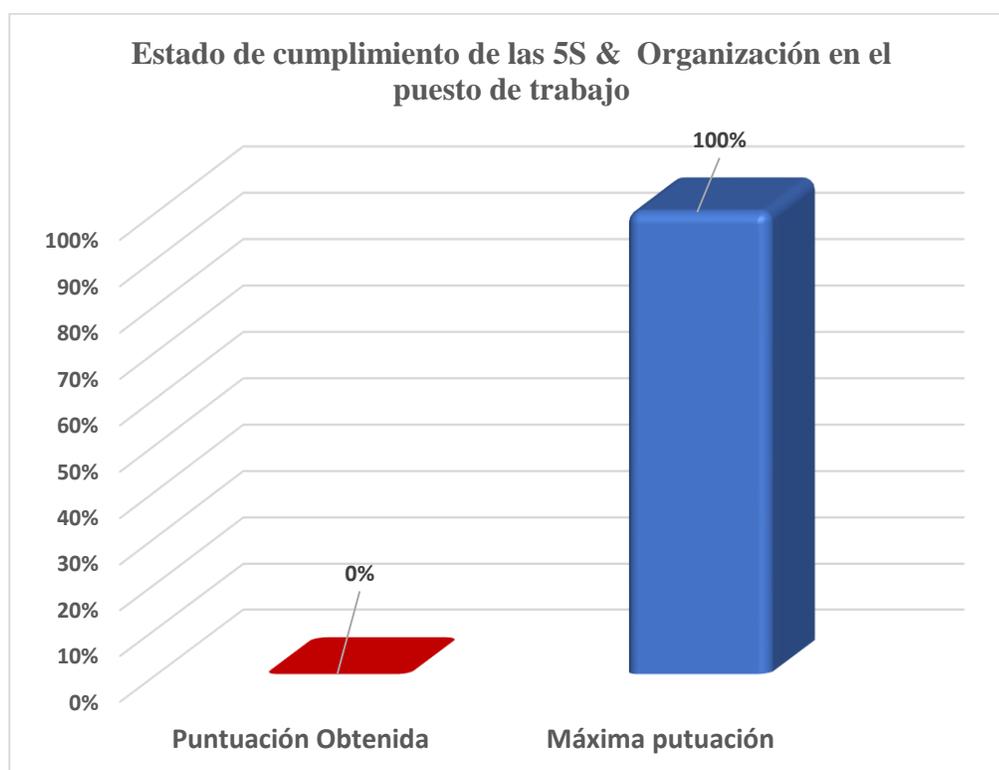
Con base a los resultados generados por el modelo de diagnóstico de la metodología Lean manufacturing, se evidencia una gran oportunidad para cambiar hábitos en los empleados, mejorar los procesos y procedimientos mostrados en el área de producción., de igual manera la estandarización de procesos.

Los empleados actuales no poseen empoderamiento y falta de pertinencia de los directivos en verificar y plantear estrategias nuevas para minimizar todos los errores que se presentan en el personal, como falta de iniciativa para realizar una actividad y la capacitación requerida por los mismos. De igual manera se identifica la falta de señalización en planta para colocar el material que se requiere de inmediato, ya sea para alimentar una máquina o en su defecto producto terminado.

### 5.2.1 Análisis de la herramienta de las 5S & ORG PTO.

En base al gráfico 5, se evidencia que el área de inyección de plásticos de la empresa Proimpo S.A.S tiene un cumplimiento del 0%, y no cuenta con una formación en 5'S, los operarios no tienen una cultura organizacional por el orden y aseo de las máquinas, residuos de empaque obtaculizando los senderos, por ende el acceso a las máquinas muy reducidos, no hay un orden para las herramientas manuales de las máquinas, el área no cuenta con demarcaciones idoneas que faciliten identificar los espacios para almacenar durante la operación de cada máquina, y no facilitan las actividades de los operarios.

**Grafica 3 Estado de cumplimiento de las 5S & Organización en el puesto de trabajo.**

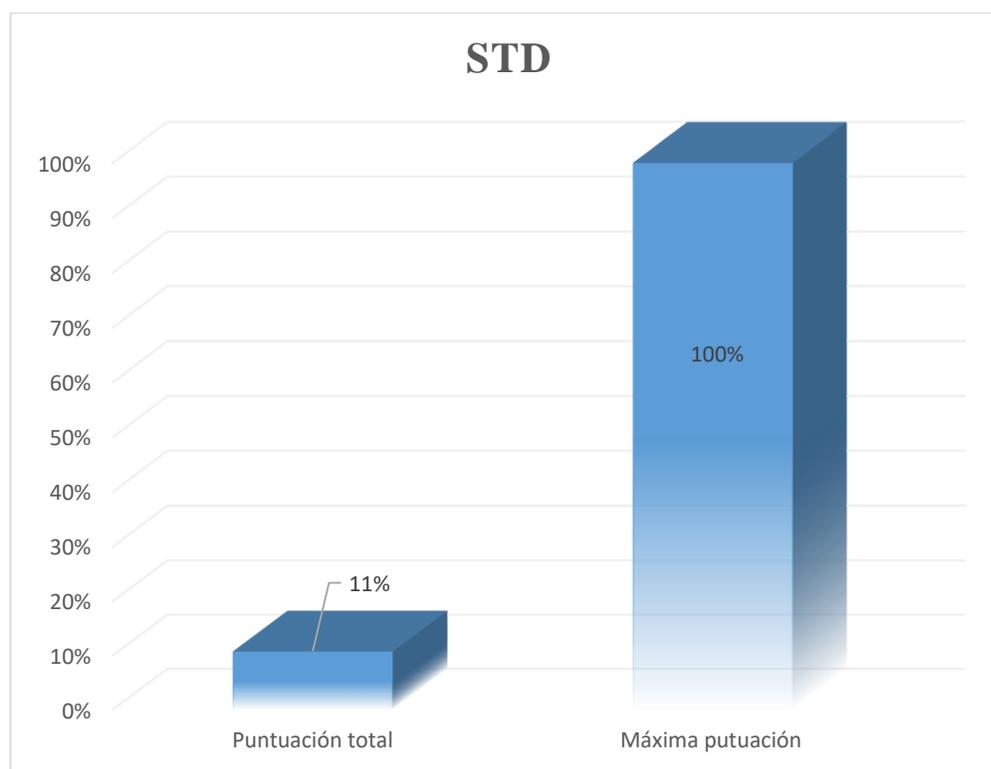


**Fuente:** Elaborada por el autor

### 5.2.2 Análisis de la herramienta de las STD.

Según el gráfico 6, se observa un cumplimiento del 11%, debido a que no se cuenta estándares de operación actualizados, ni procedimientos de operación de las máquinas, no se realizan auditorias o revisiones de los procedimientos de fabricación de productos, Los operadores de procesos y el personal de soporte no interfieren con el diseño y la estandarización de la estación de trabajo y no anticipan actividades sin valor agregado como el mantenimiento preventivo (cambios, control de calidad, mantenimiento).

**Grafica 4 Estado de cumplimiento de las STD.**



**Fuente:** Elaborada por el autor.

### 5.2.3 Análisis de la herramienta de Mejora continua.

Según el gráfico 7, se observa un cumplimiento del 11%, la empresa no cuenta con un plan estratégico de mejora continua, los empleados no están capacitados en los métodos de trabajo

necesarios para el desarrollo de la mejora continua y no están involucrados en el proceso de desarrollo e implementación. No existe una estrategia clara para el desempeño y la mejora continua. Los colaboradores (jefes de equipo, definición de proyectos, prioridades, infraestructura, recursos, etc.), los empleados tienen siete fuentes básicas de desperdicio (inventario, transporte de material, defectos, espera, sobreproducción, artículos no deseados).

**Grafica 5 Estado de cumplimiento de Mejora continua.**

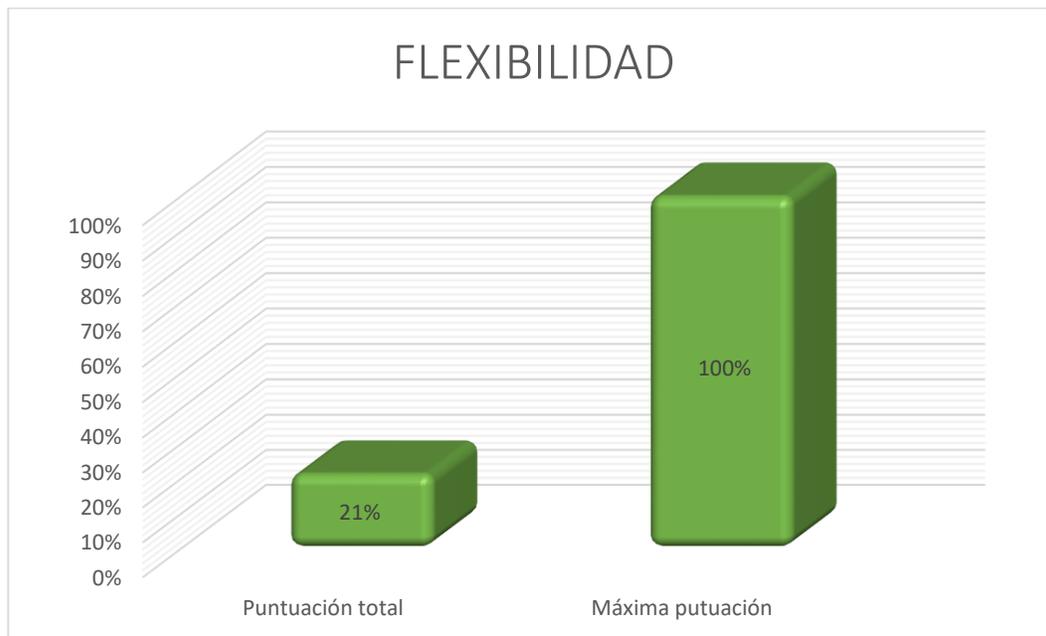


**Fuente:** Elaborada por el autor

#### **5.2.4 Análisis de la herramienta de Flexibilidad.**

Según el gráfico 8, se observa un cumplimiento del 31%, no existe un plan de capacitación para ayudar al operador, ni hay una inspección en la fecha de entrega del material a la máquina. El diseño del proceso no está especificado para permitir la identificación inmediata de la falla en ese momento. entrega física. " Ubicación específica para especificar que las celdas de trabajo no están diseñadas para garantizar el flujo de piezas durante el proceso de fabricación..

**Grafica 6 Estado de cumplimiento de Flexibilidad.**

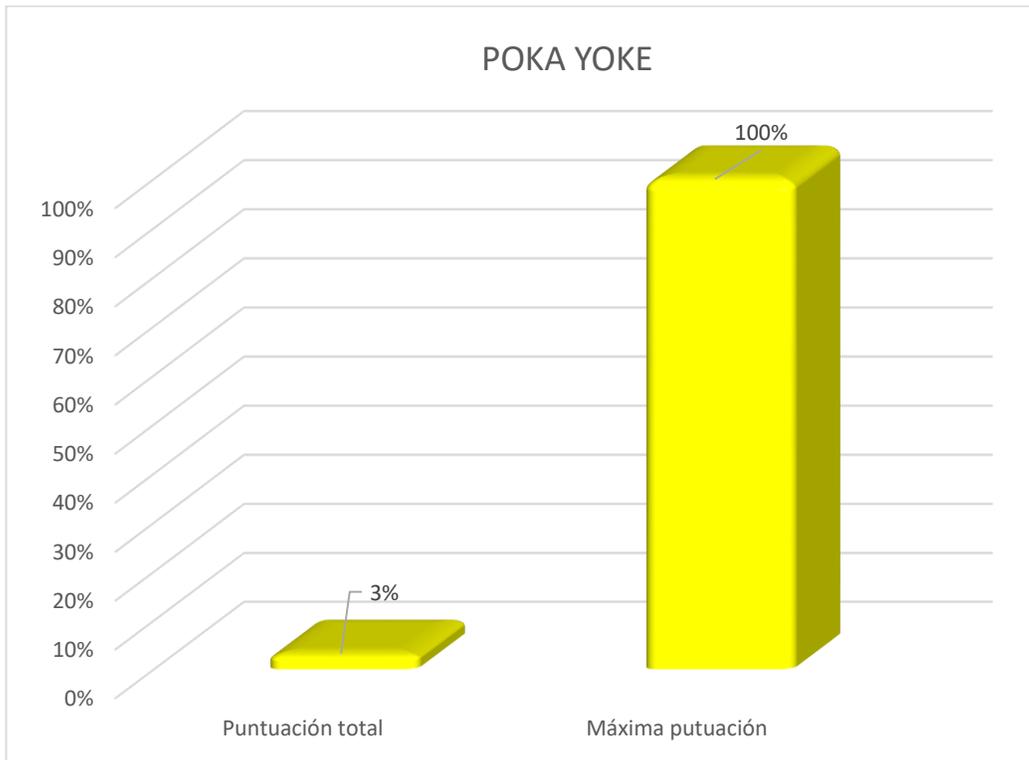


**Fuente:** Elaborada por el autor

### **5.2.5 Analisis de la herramienta de Poka Yoke.**

Según el gráfico 9, se observa un cumplimiento del 3%, debido a la esparticie del operador encuentre un defecto en la calidad del producto acabado, este puede detener el funcionamiento de la máquina, pero no se encuentran ningún procedimiento de evaluación de calidad para cada producto terminado, no poseen elementos que les ayude a evitar un error, como por ejemplo guías de calibración, o elementos que aseguren la calidad del producto, El personal no está capacitado en métodos de prevención de errores y no cuenta con un equipo permanente para analizar fallas en los procesos y oportunidades para eliminar errores. No existe una estrategia para analizar el rendimiento de todos los componentes, conjuntos y productos identificados. Mejoras de diseño para eliminar errores y aumentar la productividad.

**Grafica 7 Estado de cumplimiento de Poka Yoke.**

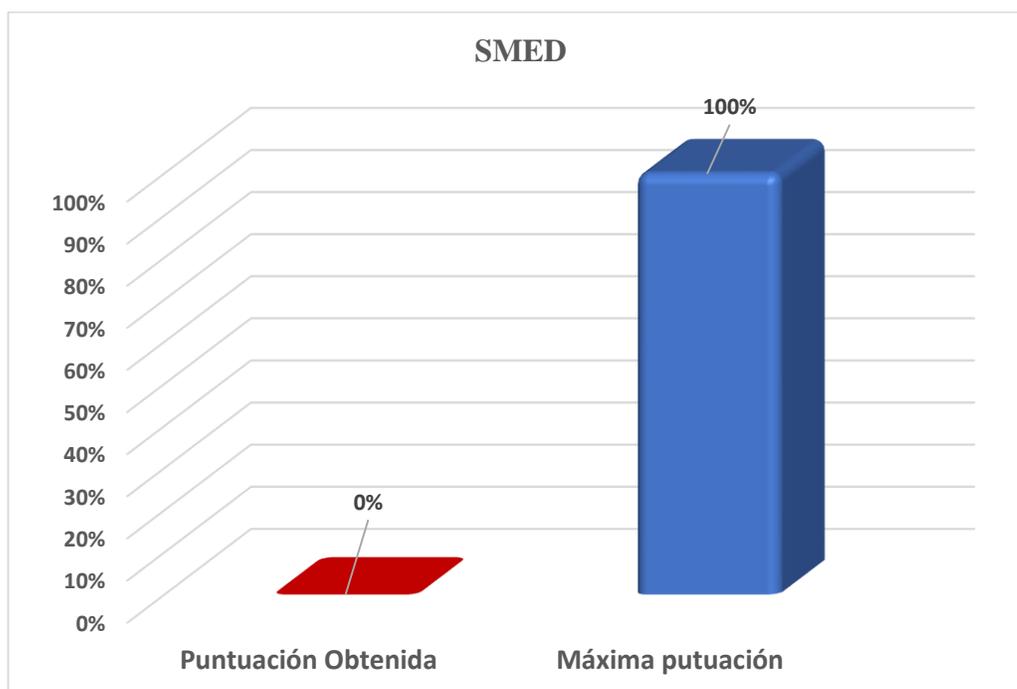


**Fuente:** Elaborada por el autor

### **5.2.6 Análisis de la herramienta de SMED.**

Según el gráfico 10, se observa un cumplimiento del 0%, no se cuenta con procedimientos, ni análisis de cambios, en la actualidad la planta tiene pérdidas en disponibilidad de maquinaria cuando se presentan cambios de herramental ya que cada cambio representa paros de producción de 7 horas por evento; según datos históricos se realizan cambios de modelo de 30 a 50 veces en un mismo mes representado de 180 a 300 horas de tiempos muertos por cambios de herramental, Debido a la falta de pre configuración y precisión para todos los cambios, no todos los operadores saben exactamente cuándo se realizarán los cambios..

**Grafica 8 Estado de cumplimiento de SMED.**

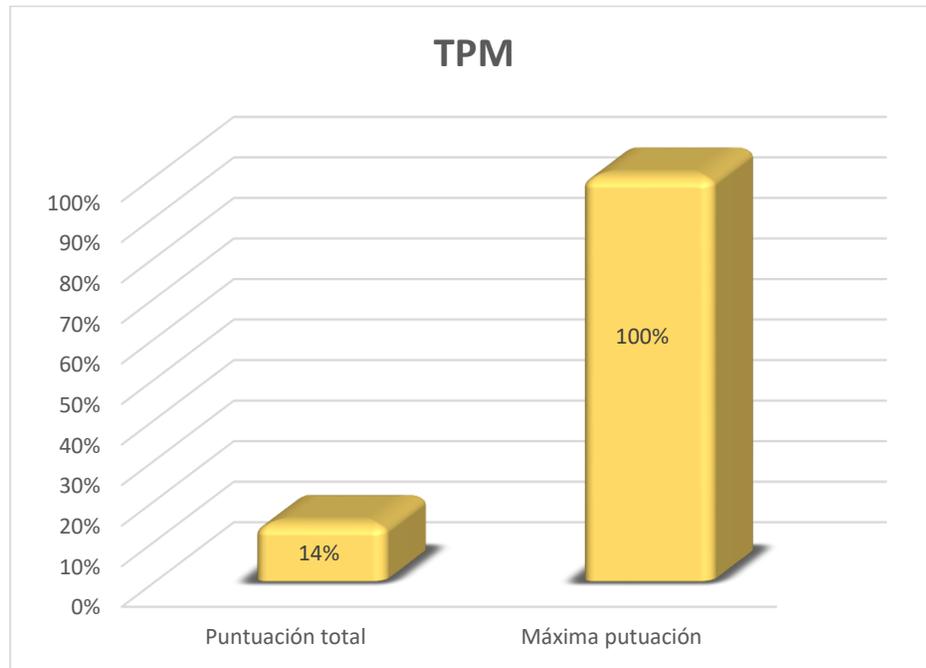


**Fuente:** Elaborada por el autor

### 5.2.7 Analisis de la herramienta de TPM.

Según el gráfico 11, se observa un cumplimiento del 14%, donde se concluye que los equipos no tienen un control de seguridad estable, que en el momento de realizar una operación inadecuada el equipo no se va a detener, no se cuenta con operadores que tienen capacitaciones en mantenimiento autónomo, su cumplimiento tan bajo es debido a la cantidad de daños y paradas durante su operación normal, No realizan actividades de mantenimiento centradas en mejorar la utilización, la disponibilidad de los equipos y reducir la variabilidad a lo largo del tiempo en cada ciclo. Las responsabilidades de mantenimiento se definen tanto para el personal de mantenimiento como para el personal de producción, pero no los procedimientos ni las palabras.

**Grafica 9 Estado de cumplimiento de TPM.**

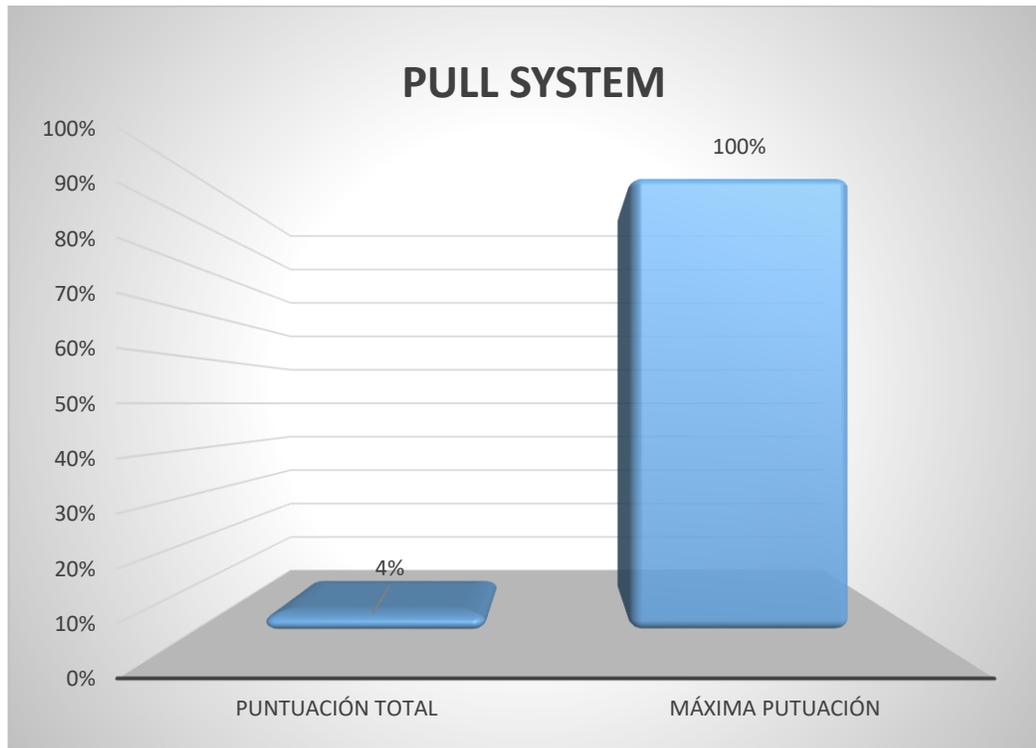


**Fuente:** Elaborada por el autor

### **5.2.8 Analisis de la herramienta de Pull System.**

Según el gráfico 12, se observa un cumplimiento del 4%, un cumplimiento muy bajo debido a que no existe un Kan-Ban (letrero o vaya publicitaria), ni control riguroso del flujo de la materia prima, ni producto terminado, realizan más actividades de operación que de administración en la actualidad.

**Grafica 10 Estado de cumplimiento de Pull System.**

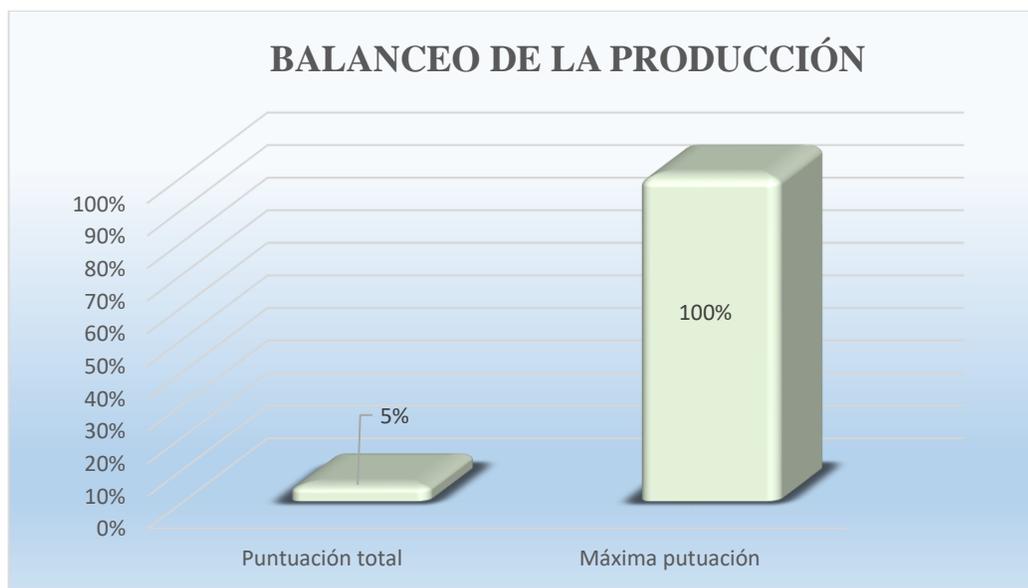


**Fuente:** Elaborada por el autor

### **5.2.9 Analisis de la herramienta de Balanceo de la producción.**

Según el gráfico 13, se observa un cumplimiento del 5% debido a que en su programa de producción se necesitan esfuerzos para equilibrar la sincronización del proceso de producción, por altos niveles de producto no conforme, tanto de los suministradores internos como externos, los operarios no cuentan con capacitación en Takt Time, El proceso no se reajusta y las necesidades del cliente no cambian.

**Grafica 11 Estado de cumplimiento de Balanceo de la Producción.**



**Fuente:** Elaborada por el autor

### 5.3 Definición de la propuesta de mejora basada en el diagnóstico.

Se crea un diagrama de Ishikawa, también conocido como Cause Effect o Fishbone, para que cada instrumento realice un análisis de herramientas ajustadas. (Ver anexo B), se extrajeron los efectos más repetitivos que se presentaban en el área con la información consultada en los cuestionarios de autoevaluación del diagnóstico Lean, donde cada espina de pescado contiene las 5m's (Mano de obra, Método, Maquinaria, Medio ambiente y Material), evaluando las posibles causas, cada parámetro con las causas más relevantes se evaluaron y se apoyaron con una tabla de frecuencias (Ver tabla 9), utilizando los datos necesarios que permitan saber cuáles eran las principales causas que afectan la empresa, graficado en un diagrama de Pareto (Ver gráfico 14), que nos ayuda a visualizar estadísticamente cuáles son las herramientas a las que se debe realizar propuestas de mejora, dentro de las causas más relevantes se evaluaron las justificaciones de ellas mediante los cinco porqués (Ver imagen 13).

Imagen 13 Diagrama de frecuencias.

	SMED	5S	STD	MEJORA	TPM	BALANCEADO	FLEXIBILIDAD	POKA YOKE	PULL SYSTEM	INGRESO PERSONAL	PROCESOS PRODUCTIVOS	CALIDAD TOTAL	SISTEMAS DE CONTROL	POLIVALENCIA	LIDERAZGO	TOTAL FRECUENCIA	1 ¿Por qué?	2 ¿Por qué?	3 ¿Por qué?	4 ¿Por qué?	5 ¿Por qué?
Entrenamiento del personal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	Porque se ingresan directamente a la operación	Por la necesidad de suplir las vacantes urgente	Porque cuando alguien renuncia no se tiene reemplazo	Porque se cuenta con el personal exacto	Por costos
Cultura organizacional	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1		1	1	13	Porque era una empresa comercial y pasó a ser industrial	Vieron una gran oportunidad de negocio	Porque todos los procesos los maquilaban	Porque no se contaba con la maquinaria	Porque la visión inicial de la empresa era la comercialización
Demarcación áreas	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1			12	Porque no se tiene una metodología	Porque no se tiene el conocimiento	Porque el personal no tiene entrenamiento		
Programa de mantenimiento	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1				11	Porque no se cuenta con el personal técnico	Porque no se tenía contemplado	Porque no se tenía el conocimiento de la necesidad	Porque la empresa inicialmente era netamente comercial	
Entrega y compromiso del personal	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1			1	11	Por falta de entrenamiento				
No hay herramientas adecuadas	1	1	1	1	1	1	1	1	1			1				10	Porque inicialmente se pensó en la inversión de maquinaria	No se tenía el conocimiento técnico de lo que conlleva una máquina	Porque la empresa inicialmente era netamente comercial		
Procedimientos e instructivos de procesos	1	1	1		1	1	1	1	1					1		9	Por falta de conocimiento				
Estandarización de procesos	1	1	1	1		1	1	1	1							8	Por falta de conocimiento				
Indicadores de gestión	1	1	1		1	1						1		1		7	Por falta de conocimiento				

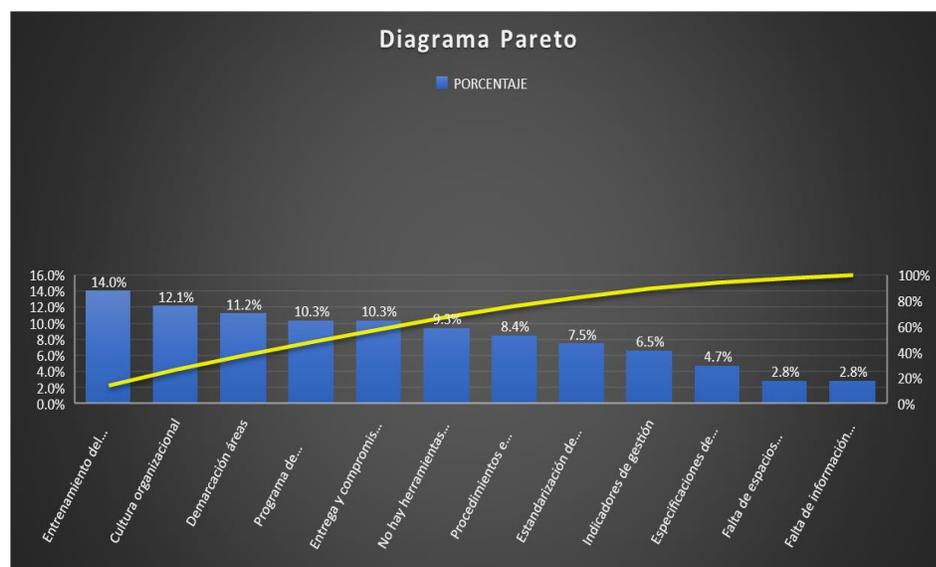
Fuente: Elaborada por el autor

**Tabla 9** frecuencias e incidencias.

CAUSAS	FRECUENCIA	PORCENTAJE	FRECENCIA ACUMULADA
Entrenamiento del personal	15	14,0%	14%
Cultura organizacional	13	12,1%	26%
Demarcación áreas	12	11,2%	37%
Programa de mantenimiento	11	10,3%	48%
Entrega y compromiso del personal	11	10,3%	58%
No hay herramientas adecuadas	10	9,3%	67%
Procedimientos e instructivos de procesos	9	8,4%	76%
Estandarización de procesos	8	7,5%	83%
Indicadores de gestión	7	6,5%	90%
Especificaciones de materias primas	5	4,7%	94%
Falta de espacios adecuados	3	2,8%	97%
Falta de información por parte de los fabricantes	3	2,8%	100%

**Fuente:** Elaborada por el autor

**Grafica 14** Diagrama de Pareto.



**Fuente:** Elaborada por el autor

Durante el transcurso de este tiempo se realizó una charla con el personal administrativo y algunos operarios escogidos por el área de manufactura, en donde se inició el asesoramiento de las herramientas, su objetivo fundamental es proporcionar los conocimientos necesarios para implementar las herramientas de mejora seleccionadas, que harán parte de la filosofía Lean dentro de la empresa, donde se propuso que se aplicara a aquellas herramientas con bajo porcentaje de cumplimiento un mayor esfuerzo de implementación.

#### **5.4 Propuesta de mejora Lean Manufacturing.**

Basados con la referencia de la selección de las siete herramientas Lean, se construyó los diagramas Causa-Efecto o Espinas de pescado para cada herramienta ([Ver Anexo B](#)), de acuerdo a la información obtenida en los cuestionarios de autodiagnóstico Lean para extraer los efectos presentes en el área de inyección, donde cada parámetro evaluado con las causas más relevantes que tengan la mayor relación con el efecto se seleccionaron y a partir de ahí se construyó una matriz ([Ver Anexo C](#)), donde se propuso a la empresa Proimpo S.A.S las actividades que se deben de enfocar para el mejoramiento del área de inyección y a su vez brindar las pautas necesarias para el debido funcionamiento de éstas.

#### **5.5 Estudio económico de la propuesta.**

Revisando cada ítem, se establecieron los beneficios que conllevan a la implementación de los cambios a mejorar en la empresa, cuyos costos allí consignados son valores futuros (ver imagen 14), donde los valores están proyectados a seis periodos, para obtener el Total de Beneficios y así poder calcular la relación entre Costo - Beneficio. Mediante una Hoja de Excel 2013 se realizaron los cálculos respectivos Y el período de recuperación se otorga para todas las etapas.

### **5.5.1 Costeo de la Propuesta de Acción de Mejora**

A partir de la matriz de propuesta de mejora obtenida y con relación al costo total obtenido, se empezó a revisar cada ítem de acuerdo a las capacitaciones y sugerencias a implementar en los equipos, para posteriormente brindarle la información correspondiente de lo que debe invertir la empresa Proimpo S.A.S., para cada una de las mejoras propuestas (Ver Anexo C), donde estos costos son valores presentes de la inversión inicial, la matriz de acción de mejora esta consignada en dicho anexo donde se explica con más detalle en que consiste las propuestas que se van a implementar en la empresa Proimpo S.A.S.

Encontramos con el diagrama de Pareto los que están dentro del 20% son problemas que nos reflejan el 80% como son los ítems de no hay herramientas adecuadas, Procedimientos e instructivos de procesos, Estandarización de procesos, Indicadores de gestión, Especificaciones de materias primas, falta de espacios adecuados, falta de información del fabricante que se muestra en los diversos resultados encontrados en Lean, es decir para conocer y aplicar en el mejor resultado para eliminar los desperdicios en los procesos productivos a corto plazo y allí determinar su efectividad que radica en la implementación y adaptación en el proceso de producción según las indicaciones y las respuesta acordes a costeo generalizado permitiendo establecer 5'S por una valor de \$ 1.895.872 SMED con un valor \$ 1.270.872 y la mejora continua con un costo de \$ 1.047.948 y en menor valor esta respectivamente STD y POKA YOKE con un valor de 527.791 y 750715.

Es necesario realizar nuevas pruebas para establecer variables que influyan en el desarrollo de aplicaciones de herramientas lean para el desarrollo de estrategias a corto y medio plazo utilizando técnicas de competencia, efectividad, eficiencia en el proceso productivo.

**Tabla 4 Costo de implementación propuesta de mejora.**

HERRAMIENTA LEAN	COSTO IMPLEMENTACIÓN
5'S	\$ 1.895.872
STD	\$ 527.791
MEJORA CONTINUA	\$ 1.047.948
POKA YOKE	\$ 750.715
SMED	\$ 1.270.872
TPM	\$ 5.195.413
BALANCEO	\$ 1.270.871,88
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$11.959.481</b>

**Fuente:** Elaborada por el autor

### 5.5.2 Costeo para la Elaboración del Trabajo de Grado

Para la elaboración del costeo del proyecto se recopilamos los valores comprendidos por los recursos que se emplearon como parte del proceso de formación e investigación para la realización de este Trabajo de Grado, a continuación, en la tabla 6, están consignados los rublos con sus respectivos valores, incluyendo el costo total de la propuesta por implementación de las herramientas Lean.

**Tabla 5 costeo de la elaboración del proyecto.**

Costo del trabajo	Rublo	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Valor total
Recurso humano	Estudiantes	Horas	180	\$ 6.000,00	1.080.000,00
	Asesor trabajo de grado	Horas	28	\$ 32.000,00	\$896.000,00
	<b>Sub total</b>				<b>1.976.000,00</b>
Recursos físicos	Equipo de oficina	Mes	6	\$ 30.000,00	\$ 180.000,00
	Transporte	Unidad	6	\$ 15.000,00	\$ 90.000,00
	Viáticos	Unidad	4	\$ 10.000,00	\$ 40.000,00
	Internet	Mes	6	\$ 75.000,00	\$ 450.000,00
	<b>Sub total</b>	<b>\$</b>			<b>760.000,00</b>
	<b>Costo total rublos</b>	<b>\$</b>			<b>2.736.000,00</b>
	<b>Costo total de la propuesta</b>	<b>\$</b>			<b>11.959.481,25</b>
	<b>Costo total de la inversión</b>	<b>\$</b>			<b>14.695.481,25</b>

**Fuente:** Elaborada por el autor



## CONCLUSIONES

- En el diagnóstico realizado en la empresa Proimpo S.A.S, se identificó que la empresa no tiene capacitaciones, falta de empoderamiento de los operarios, no hay documentos que evidencien los procesos, no hay procesos estandarizados, no se tiene documentos de lecciones aprendidas, no existe demarcación de procesos, no se cuenta con lugares adecuados para las herramientas, no se tienen señalizaciones ni demarcaciones en el área de trabajo, ni los pasillos de movilización de cargas, el compromiso de los operarios con la producción está en un término medio, mas no cuentan con estándares de operación de las máquinas.
- En la aplicación de las 7 herramientas se evidenció que la de mayor porcentaje de desempeño en la empresa fue la de flexibilidad con un 31%, seguida de TPM con un 21%, organización y cultura, y estandarización con un 15%, las restantes arrojaron un porcentaje del 16% de cumplimiento, donde se puede decir que la empresa tiene deficiencias en identificación de procesos enfocándose en el mejoramiento continuo para ser más competitivos, y empezar a trabajar en la capacitación de procesos.
- Mediante la propuesta de mejora para la empresa Proimpo S.A.S. se concluye que se debe adquirir una cultura de procesos y resultados dentro de la empresa, realizando auditorias y revisando los protocolos, se debe optimizar los procesos documentándolos, haciendo revisiones exhaustivas verificando que no es lo que no está generando valor para poder levantar documentos de lecciones aprendidas, debido que la base fundamental para toda mejora de procesos en una estandarización es el ciclo Deming (PHVA), con una metodología que va orientada hacia el crecimiento de la productividad.

- Mediante la evaluación económica se reflejó una proyección viable para un beneficio del 3%, a un periodo no mayor de siete meses, que se va a ir reflejando en los periodos de forma exponencial en un 0,5% por periodo, donde está propuesta según su proyección va brindar grandes beneficios a futuro para la empresa Proimpo S.A.S, concluyendo que la propuesta de mejora tiene un gran atractivo en la implementación de ésta para el aumento de su productividad.

## RECOMENDACIONES.

- Crear desde la dirección una estrategia para que en los niveles gerenciales sea un ADN la cultura de capacitación y entrenamiento para todo el personal al ingreso y durante toda su curva de aprendizaje y carrera dentro de la compañía.
- Seleccionar uno de los existentes y exitosos modelos de medición para determinar perfil de competencias y habilidades blandas para todos los cargos dentro de la organización.
- Diseñar una hoja de calificación para el personal donde se pueda ponderar el cumplimiento a tareas, compromiso, responsabilidad, entrega, conocimiento, sentido de pertenencia, entre otros para seleccionar un equipo de alto desempeño que será entrenado en las herramientas Lean Manufacturing para asegurar su implementación.
- Seleccionar algunas empresas que tengan ya implementadas las herramientas para realizar visitas con el equipo de alto desempeño y se pueda ver cómo funcionan de primera mano y así hacer una especie de benchmarking.
- Diseñar un plan de incentivos para las personas que participen en la implementación de las herramientas al momento que estas inicien a generar ahorros para la compañía.
- Asegurar que las diferentes áreas de producción estén despejadas y libres de todo elemento innecesario, que no aporta ningún valor agregado a las actividades realizadas en los procesos, ya que esto asegura un espacio con mayor capacidad para el almacenamiento de los insumos y también favorecerá al bienestar de los empleados.

- Delimitar e identificar por medio de demarcaciones las diferentes las áreas de trabajo que corresponden a todos los procesos, de tal manera que se pueda establecer un orden secuencial y que se pueda seguir una ruta adecuada, de tal manera, que para el supervisor de planta pueda ser más fácil el control de los procesos.
- Este trabajo se centró en la mejora continua con el objetivo de maximizar la productividad y sensibilizar a los colaboradores de Proimpo SAS sobre la importancia de implementar estas herramientas para ser competitivos.
- Trabajar en la interpretación e implementación de las propuestas de trabajo desarrolladas en este proyecto de grado.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, A. (2014). Implementación De Oee Y Smed Como Herramientas De Lean Manufacturing En Una Empresa Del Sector Plástico. In *Universidad de Guayaquil*. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8043/1/TESIS.pdf>
- Arrieta, J. G. P. (2007). Interacción y conexiones entre las técnicas 5s, SMED y Poka Yoke en procesos de mejoramiento continuo. *Tecnura*, 10(20), 139–148. <https://doi.org/10.14483/22487638.6255>
- Benítez, E. Y. Z. (2012). DESARROLLO DE LA HERRAMIENTA 5 S's DE LEAN MANUFACTURING EN EL ÁREA DE INYECCIÓN PREFORMAS DE IBERPLAST S.A. *UNIVERSIDAD LIBRE FACULTAD DE INGENIERÍA*, 32.
- Bernal, J. (2013). Ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar): El círculo de Deming de mejora continua | PDCA Home. In *23 De Agosto 2013*. <https://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/%0Ahttp://www.pdcahome.com/5202/ciclo-pdca/>
- Caceres, A. M., Valqui, V., & Martin, E. (2019). Aplicación del sistema Lean Manufacturing en el incremento de la productividad en una empresa metal mecánica de producción de ollas de aluminio. *Universidad Tecnológica Del Perú*.
- Cardenas, L. X. L., & Castellanos, J. M. R. (2012). Planeacion, programacion y control de la produccion en plásticos decada. *UNIVERSIDAD LIBRE FACULTAD DE INGENIERÍA*, 32.
- Cardozo, A., Vanegas, D. C., & Gonzalez, K. T. (2020). Propuesta para la creación de un Clúster que genere la reactivación del Sector Turístico en el Municipio de La Macarena - Meta. *UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES*.
- Cerón, J., Madrid, J., & Gamboa, A. (2015). Desarrollo y casos de aplicación de Lean Manufacturing Lean manufacturing : development and cases. *Colciencias*, 11, 33–44. [https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/2500/Desarrollo y casos de aplicación de Lean Manufacturing.pdf?sequence=1](https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/2500/Desarrollo%20y%20casos%20de%20aplicaci%C3%B3n%20de%20Lean%20Manufacturing.pdf?sequence=1)

- Davila, G. N. . (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *JLaurus, Universidad Pedagógica Experimental Libertador*, 13(6), 469–476. <https://doi.org/10.1136/jmg.13.6.469>
- Domínguez, Y. S. (2007). Art - Análisis de información y las investigaciones cuanti y cuali.pdf. *Rev Cubana Salud Pública* 2007, 33(2), 1–11. file:///C:/Users/USER/Desktop/articulos cuantitativos/spu20307.pdf
- EALDE Business School. (2020). *Lean Manufacturing: características, técnicas y metas*. <https://bit.ly/2Qi35Qj>
- Espin, F. C. (2013). Técnica SMED. Reducción del tiempo preparación. *3C Tecnología*, 2(2), 2.
- Fibra y derivados de Mexico. com. (2017). PLÁSTICOS PROTOCOLO Curso de Procesos de Manufactura. *Escuela Colombiana de Ingenieria*. <http://www.fibrasyderivados.com/misión,-visión-y-valores.html>
- Figueredo Lugo, F. J. (2015). Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, IV(15), 7–24. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215047546002>
- Gachama, V. P. S., & González, D. C. N. (2013). PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN LA EMPRESA DE CONFECCIONES MERCY EMPLEANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING. *PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA FACULTAD DE INGENIERÍA*.
- Gaviño, G. ortiz., Montoya, M. A., & Jacome., C. W. (2018). *Actualmente el idioma ingles es muy importante en la sociedad , es un requerimiento básico para las competencias laborales que todos buscan obtener es por ello que en las carreras universitarias se prioriza el aprendizaje de esta lengua con distintas acti.*  
[http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/99296/Articulo-lean5 MICHOACAN-1.pdf?sequence=4&isAllowed=yf](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/99296/Articulo-lean5%20MICHOACAN-1.pdf?sequence=4&isAllowed=yf)
- Giraldo Pérez, W., & Otero Gómez, M. C. (2017). La importancia de la innovación en el producto para generar posicionamiento en los jóvenes. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 25(2), 179–192. <https://doi.org/10.18359/rfce.3072>

- Guerrero, S. C. (2018). ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA PELETIZADORA DE PET RECUPERADO A PARTIR DE ENVASES EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ. *UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS*.
- Gutiérrez C, L. M., & Prieto Castillo, A. (2016). *Propuesta De Mejoramiento Del Proceso De Producción En El Centro De Acopio De Reciclaje De Ekored S.a.S*.  
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3069/1/GutierrezCaicedoLuzMarina2016.pdf>
- Hogg, T. M. (1993). Lean Manufacturing. In *Human Systems Management* (Vol. 12, Issue 1).  
<https://doi.org/10.3233/HSM-1993-12106>
- Isotools.org. (2013a). *Metodología Lean X. Herramienta Lean: Sistema de Etiquetas Kanban*.  
<https://www.isotools.org/page/216/?cat>
- Isotools.org. (2013b). *Metodologías Lean\_ Lean Manufacturing - Software ISO*.  
<https://www.isotools.org/2013/08/19/metodologias-lean-lean-manufacturing/>
- Leanlandia. (2019). *Técnicas Lean – Leanlandia*.  
<https://leanlandia.wordpress.com/2019/04/04/tecnicas-lean/>
- León, G. E., Marulanda, N., & González, H. H. (2017). Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. *Tendencias*, 18(1), 85. <https://doi.org/10.22267/rtend.171801.66>
- Lopez, G. A. (2004). LA INNOVACIÓN: UN PROCESO SOCIALMENTE DISTRIBUIDO *Scientia. Scientia Et Technica*.
- Mallar, M. A. (2013). LA GESTIÓN POR PROCESOS: UN ENFOQUE DE GESTIÓN EFICIENTE. *Revista Científica “Visión de Futuro,”* 53(9), 11–13.
- Minsalud. (2012a). Resolución 4143. *Ministerio de La Protección Social, 2012*(diciembre 7), 32.
- Minsalud. (2012b). Resolución 683. *Min Salud y Proteccion Social, 2012*(marzo 28).  
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-0683-de-2012.pdf>
- Montoya, O. S. (2004). SCHUMPETER, INNOVACIÓN Y DETERMINISMO TECNOLÓGICO.

*Scientia et Technica*, 25(25), 209–214.

- Paredes, J. C., & Nieto, A. F. (2016). PROPUESTA DE LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN MANUFACTURING COMO OPORTUNIDAD DE MEJORAMIENTO EN LA PRODUCCIÓN ENTREGADA DE LA DIVISIÓN EKACIERRES DE LA EMPRESA EKACORPORACION. *FUNDACIÓN UNIVERSITARIA CATÓLICA LUMEN GENTIUM*, 4(4).
- Paz, J. I. (2005). La globalización: más que una amenaza es una oportunidad. *Revista EIA*, 21–33. <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n3/n3a03.pdf>
- Pepper, M. P. J., & Spedding, T. A. (2010). The evolution of lean Six Sigma. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 27(2), 138–155. <https://doi.org/10.1108/02656711011014276>
- Piñero, C. P. (2015). Proyecto Fin de Carrera Ingeniería de Organización Industrial Método de Evaluación Para La Mejora del Despliegue de Lean Manufacturing. *Escuela Tecnica Superior de Ingenieria, Universidad de Sevilla*.
- Prada, R. O., & Acosta, J. C. P. (2017). El MOLDEO EN EL PROCESO DE INYECCIÓN DE PLÁSTICOS PARA EL LOGRO DE OBJETIVOS EMPRESARIALES. *Dimension Empresarial*, 11(1), 92–105. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15665/rde.v15i1.1002>
- Rajadell, Sanchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad* (Ediciones Diaz de Santos (ed.); Primera).
- Ramirez, D. M. C., & Martinez, J. M. C. (2019). “Propuesta para la mejora del Proceso de producción en la empresa JPLAST S.A.S mediante la filosofía Lean Manufacturing.” *Universitaria Agustiniana Programa de Ingeniería Industrial*.
- Saavedra, M. L. G. (2017). Una propuesta para la determinación de la competitividad en la pyme latinoamericana. *The CLAO Journal : Official Publication of the Contact Lens Association of Ophthalmologists, Inc*, 9(2), 121–125.
- sites.google.com. (2003). Estudio de tiempos y movimientos a las operaciones realizada en una pequeña industria de productos lácteos. In <https://sites.google.com> (p. 154). <https://sites.google.com>

- sites.google.com. (2018). *Diagrama de proceso de flujo*.  
<https://sites.google.com/site/et111221057312211582/diagrama-de-proceso-de-flujo>
- Soler, V. G. (2015). Lean Manufacturing, Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación mas usuales. *3C Tecnología*, 4, 42–52.
- Universidad de Veracruz. (2019). Administración de Proyectos de Red. *Facultad de Estadística e Informática*. [https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2019/08/Clase4-Creatividad\\_e\\_Innovacion\\_2v2.pdf](https://www.uv.mx/personal/ermeneses/files/2019/08/Clase4-Creatividad_e_Innovacion_2v2.pdf)
- Vargas, J., Muratalla, G., & Jiménez, M. (2016). Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, V(17), 1–23. <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679011.pdf>
- Vargas, J., Muratalla, G., & Jiménez, M. (2018). SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPETITIVOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA LEAN MANUFACTURING. *Revista Digital Ciencias Administrativas*, 11, 2314 – 3738.  
<http://revistas.unlp.edu.ar/CADM%0Ahttps://revistas.unlp.edu.ar/CADM/article/view/2883>
- Velasquez, L. D. (2019). Aspectos basicos de la Industria. *MINTIC*, 8 شماره ص 99-117.
- Velázquez, R. (2011). Desarrollo de un simulador conductual para la formación en gestión empresarial basada en LEAN. *Universidad Politécnica de Catalunya*.
- Velez, M. A., Restrepo, B. A., Gonzlalez, C. Z., & Zapata, oscar D. (2015). DISEÑO Y ESTRUCTURACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE VENTAS DE LA EMPRESA “EUREKA KIDS” MARÍA. *UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN ESPECIALIZACIÓN EN MERCADEO GERENCIAL*, 151(1), 10–17.
- Vélez Romero, X., & Ortiz Restrepo, S. (2016). Emprendimiento e innovación: Una aproximación teórica. *Dominio de Las Ciencias*, 2(4), 346–369.
- Wilson, L. (2010). *HOW TO IMPLEMENT LEAN MANUFACTURING* (I. McGraw-Hill Companies (ed.)).
- Zamai, C. A., Bavoso, D., Rodrigues, A. A., & Barbosa, J. A. S. (2016). La cultura organizacional como factor fundamental pra el desarrollo de las empresas del sector logistico en Colombia.

*Resma*, 3(2), 13–22.

Zapata, D. I. A., & Buitrago, M. G. (2012). Implementacion\_Metodologia 5'S en una empresa de fabricacion y comercializacion de lámparas. *UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA SECCIONAL MEDELLÍN*.

## ANEXOS

### **Anexo A. Autodiagnóstico Lean.**

Analice el grado de madurez de su organización con respecto a los parámetros generales del Lean Manufacturing

Dispone a continuación de una herramienta de autodiagnóstico, en la cual, cumplimentando unas sencillas y rápidas cuestiones en las hojas de este documento, podrá usted conocer cuál es grado de madurez que actualmente tiene su empresa con arreglo a los requisitos actuales del Lean Manufacturing.

Cada hoja contiene unas preguntas sobre una categoría diferente, que deberá responder de 0 a 4 según el siguiente criterio de puntuación:

0- No es una práctica de la empresa

1- Es una práctica, únicamente, arraigada en algunas áreas + -25%

2- Es una práctica habitual en la mayoría de los casos + -50%

3- Es una práctica, casi generalizada + -75%

4- Es una práctica habitual, sin excepciones

Tabla 6 Lista de chequeo 5'S

<b>SISTEMAS VISUALES 5S's &amp; ORGANIZACIÓN PUESTO DE TRABAJO</b>			
ITEM	CRITERIO	PTOS	OBSERVACIONES
1	¿La planta está generalmente limpia de materiales innecesarios, componentes correctas y/o scrap. Las naves están libres de obstrucciones?	0	En la planta se encuentran todo tipo de materiales que no son necesarios para la operación.
2	¿Existen líneas en el suelo para distinguir las diferentes áreas de trabajo, las áreas de paso y las de manipulación? ¿Existen señales para distinguir las áreas de fabricación, de inventario y de material sobrante?	0	Existen algunas pero no van acordes con el layout de la planta.
3	¿Todos los empleados conocen y son sensibles con las buenas prácticas para el ahorro de costes? ¿los operarios consideran la limpieza diaria como una parte de su trabajo?	0	Los operarios no han sido capacitados en este tipo de prácticas
4	¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar? ¿Siempre que se necesita una herramienta, un utillaje, un contenedor de material, suministros de oficina, se encuentran fácilmente y están correctamente identificados? ¿Conocen los empleados como localizarlos?	0	Existen algunas pero si le damos una ponderación es del 10%
5	¿Los paneles de información en los puestos de trabajo, contienen las instrucciones de trabajo (de operación y de seguridad) y un histórico de problemas de calidad recientes y sus contramedidas? ¿Dichos paneles son actualizados regularmente?	0	Existen tableros con información de producción actual pero sin procedimientos ni instructivos
6	¿Los planes de control están accesibles, actualizados y visibles desde el puesto de trabajo y describen las comprobaciones y criterios de aceptación necesarios sobre las características del producto/proceso?	0	No están visibles y en un 80% ni siquiera existen
7	¿La comunicación entre cambios de turno/operario se rige mediante un procedimiento o hábito riguroso y estable?	0	Existe pero no es riguroso
<b>Puntuación Obtenida</b>		<b>0</b>	0%
<b>Máxima puntuación</b>		<b>28</b>	100%
<b>Valoración del parámetro Lean</b>		<b><u>0,00</u></b>	



3	¿Los empleados han sido formados en los métodos de trabajo necesarios para desarrollar la Mejora Continua y se les ha involucrado en su desarrollo e implementación?	1	Solo un 10% del personal y de manera muy informal
4	¿Conocen los empleados las siete fuentes de desperdicio básicos (inventarios; transportes de material; defectos; esperas; sobreproducción; movimientos innecesarios; métodos inadecuados)? ¿se implican activamente en su identificación, dentro de sus áreas de trabajo, y están autorizados a trabajar para su eliminación y/o minimización?	0	No tienen conocimiento de estos
5	¿La mejora continua y los eventos Gemba-Kaizen se estructuran, planifican y aplican dentro de las prácticas ordinarias de la empresa? ¿se reconocen los éxitos y se expanden a través de procesos afines en la instalación?	0	No existen actualmente
6	¿Se puede considerar que la mayoría de las mejoras aplicadas no representan apenas inversión?	1	Alguna pero mínimas
7	¿Los análisis VSM se utilizan como base de referencia para comprobar y evaluar los progresos obtenidos?	0	No se realizan

**Puntuación total**      **3**      11%  
**Máxima puntuación**      **28**      100%  
**Valoración del parámetro Lean**      0,11

**Tabla 9 Lista de chequeo flexibilidad.**

FLEXIBILIDAD OPERACIONAL			
ITEM	CRITERIO	PTOS	OBSERVACIONES
1	¿Se garantiza la formación de todos los empleados en el puesto de trabajo antes de trabajar solos? ¿Sólo una parte insignificante de la defectuosidad del producto/proceso es atribuible a trabajadores nuevos o inexpertos?	2	Se da una inducción pero es más de los líderes de manera informal sin una estructura
2	¿Se han evaluado, medido y reducido los recorridos del producto y componentes en la planta?	1	Si pero tiene muchas oportunidades de layout
3	¿Las capacidades de la instalación son acordes a las necesidades de operación? ¿Tienen la capacidad de modificar la velocidad para equilibrarse con el TAKT TIME? ¿La instalación está liberada de "atascadores"?	0	No, existen restricciones en varios punto de la operación
4	¿Está el proceso de trabajo diseñado para poder identificar, de manera inmediata, los defectos en el momento y lugar donde se manifiesten?	0	No, normalmente se detectan los defectos cuando el producto está listo para ser despachado al cliente
5	¿Los procesos y los equipos están mantenidos de manera que garanticen el flujo de trabajo sin interrupciones no deseadas?	1	Se hacen ajustes pero no bajo un plan de mantenimiento preventivo estructurado y programado
6	¿Están los empleados capacitados y entrenados para poder trabajar en cualquiera de las estaciones u operaciones del proceso?	1	solo un 10% de los operarios pero de manera empírica

7	¿Se han diseñado e implementado células de trabajo que garanticen el flujo de una pieza a través del proceso productivo?	1	Solo en algunos puestos de trabajo
---	--	---	------------------------------------

**Puntuación total**      **6**      21%  
**Máxima puntuación**      **28**      100%  
**Valoración del parámetro Lean**      0,21

**Tabla 10 Lista de chequeo Poka Yoke**

POKA YOKE			
ITEM	CRITERIO	PTOS	OBSERVACIONES
1	¿Los empleados han sido formados en los métodos anti error y existe un equipo de análisis permanente de los defectos del proceso y de las oportunidades de eliminar errores?	0	No existe actualmente
2	¿Han sido desarrollados y aplicados los dispositivos y métodos anti-error para eliminar los defectos más críticos y recurrentes de cada área o puesto de trabajo?	0	No existe actualmente
3	¿Se han implementado los dispositivos y métodos anti-error en todo tipo de proceso (operaciones manuales; procesos automatizados e inclusive procesos administrativos)?	0	No existe actualmente
4	¿ Se controla la eficacia y se garantiza el correcto funcionamiento de todos los dispositivos y métodos anti-error implementados?	0	No existe actualmente
5	¿Se realiza un análisis del rendimiento de todos los componentes, subconjuntos y productos en vistas de identificar mejoras en su diseño para eliminar errores y mejorar su productividad?	0	No existe actualmente
6	¿Están autorizados los operarios a detener la línea cuando encuentran una unidad defectuosa o no pueden completar el proceso en las condiciones definidas en la hoja de operación estándar?	1	Si pero no tienen el criterio suficiente para tomar la decisión
7	¿En todos los casos que sea factible, los procesos manuales están reforzados con comprobaciones mecánicas para ayudar en la toma de decisiones y garantizar su efectividad?	0	No existe actualmente
8	¿Los equipos y procesos están equipados con elementos de señal (ANDON) que atraen la atención de operarios y supervisores ante situaciones en las que se requiere ayuda o ante problemas de suministro?	0	No existe actualmente

**Puntuación total**      **1**      3%  
**Máxima puntuación**      **32**      100%  
**Valoración del parámetro Lean**      0,03

Tabla 11 Lista de chequeo SMED

SMED			
ITEM	CRITERIO	PTOS	OBSERVACIONES
1	¿Se planifican con la suficiente antelación y precisión todos los cambios, de forma que todos los operarios están informados y conocen con precisión el momento en que se producirán?	0	Se planifica pero hay mucha diferencia entre lo programado vs lo real
2	¿Están emplazados los equipos del cambio en el lugar apropiado y los operarios están formados en métodos de cambio rápido? ¿Los operarios actúan continuamente en la mejora de los métodos de cambio?	0	No tienen el lugar ni procedimiento establecido
3	¿De manera frecuente y habitual, el tiempo transcurrido entra la última pieza buena del trabajo anterior y la primera pieza buena del siguiente proceso, es menor de diez minutos?	0	No, es en promedio de 8 horas
4	¿Se extrapolan, a otros procesos y áreas de la empresa, las ideas de mejora en los cambios implementadas con éxito?	0	No actualmente
5	¿Se han desarrollado e implementado instrumentos y equipos que ayuden a reducir el tiempo de cambio y/o el trabajo necesario?	0	Algunos pero de manera muy empírica sin fundamentos ni mediciones
6	¿El tiempo de cambio real vs previsto está informado en cada puesto de trabajo de manera clara y visible?	0	No existe actualmente
7	¿Se utilizan listas de comprobación conteniendo: materiales, utillajes, medios de control, componentes, etc...necesarios para la siguiente producción, como soporte para la reducción de los tiempos de cambio?	0	No existe actualmente
8	¿Están identificados, conservados y almacenados, de manera ordenada y garantizando su correcto funcionamiento, todos los ítems necesarios para los cambios?	0	No existe actualmente

**Puntuación total**      **0**      0%  
**Máxima puntuación**      **32**      100%  
**Valoración del parámetro Lean**      0,00

Tabla 12 Lista de chequeo TPM

TPM			
ITEM	CRITERIO	PTOS	OBSERVACIONES
1	¿Los responsables de mantenimiento y sus equipos han sido entrenados en los conceptos y principios del TPM?	0	No tienen dicho entrenamiento, el personal técnico es hábil en lo que realiza pero no en métodos de mejora continua
2	¿La maquinaria funciona con todos los elementos de seguridad necesarios activos? ¿Se inutiliza el uso de los equipos cuando los elementos de seguridad se rompen o no funcionan adecuadamente?	1	Si tienen sus elementos originales pero no hay una instrucción clara en operarios



**Tabla 14 Lista de chequeo Balanceado**

<b>BALANCEADO DE LA PRODUCCIÓN</b>			
<b>ITEM</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>PTOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	¿Se realiza un esfuerzo para nivelar los horarios del proceso de producción requiriendo, tanto de los suministradores internos como externos, planificar entregas frecuentes de lotes pequeños?	1	Si pero con información de historiales desactualizados que no van acordes a la realidad actual de la planta
2	¿Se realizan los cambios de producción para reforzar el concepto de entregar la demanda diaria de todas las referencias, por encima de la fabricación en lotes?	0	No se hace actualmente
3	¿El Takt Time es conocido por todos y determina el ritmo de los procesos de producción?	0	No es conocido
4	¿El Takt Time se utiliza para asignar las dotaciones de trabajo y los tiempos de ciclo en cada proceso?	0	No es conocido
5	¿Cuándo se modifica la demanda del cliente, se vuelven a balancear los procesos y se redefinen los tiempos de ciclo conforme al nuevo Takt time?	0	No es conocido
<b>Puntuación total</b>		<b>1</b>	5%
<b>Máxima puntuación</b>		<b>20</b>	100%
<b>Valoración del parámetro Lean</b>		<b>0,05</b>	

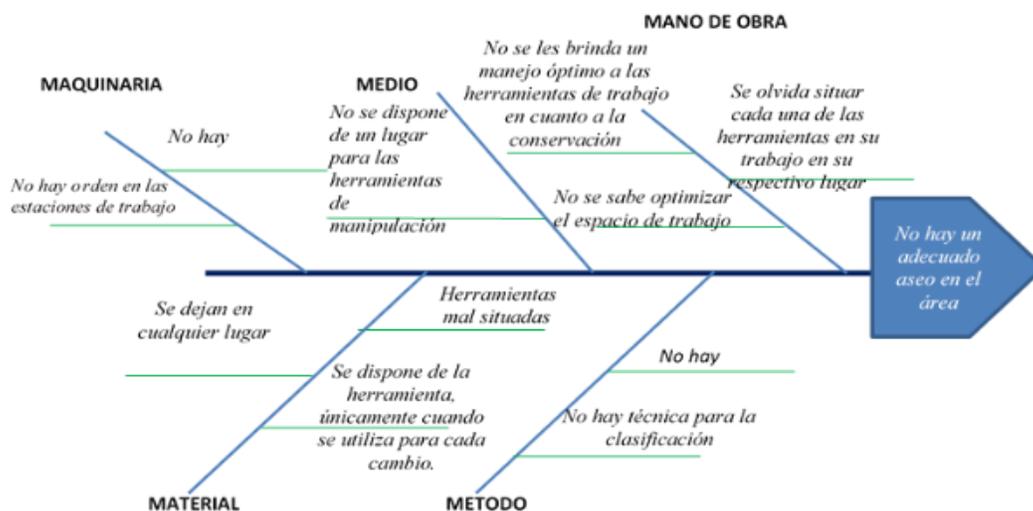
**Tabla 15 Lista de chequeo Comunicación y cultura**

<b>COMUNICACIÓN &amp; CULTURA</b>			
<b>ITEM</b>	<b>CRITERIO</b>	<b>PTOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	¿Se comunican, como mínimo, dos veces al año y a todos los niveles de la organización, los objetivos y evolución de la satisfacción de los empleados y de los objetivos de la Organización?	1	Si pero de manera no coordinada
2	¿Son capaces los empleados de describir, detalladamente, los objetivos de la Organización y la forma en que su trabajo contribuye a la consecución de éstos?	1	Si pero no con información clara y concreta
3	¿Existe un proceso formal para que los empleados reciban feedback de los problemas encontrados en los procesos por sus clientes internos y/o externos?	0	No actualmente, en temas críticos se informa pero de manera muy informal
4	¿Los empleados trabajan en equipos promovidos por la dirección, para orientarse a la consecución de los objetivos de desempeño, calidad y seguridad?	2	Ya se ha iniciado con esta práctica pero debe ser estructurada.
5	¿Los empleados utilizan, comparten y comprenden los medibles para monitorizar y mejorar sus procesos de trabajo?	1	Si pero les falta interiorizarlo
6	¿Los problemas que aparecen en los procesos de fabricación, son detectados e investigados dentro de los siguientes 10 minutos a su aparición?	0	No actualmente, se corrigen pero no hay una evaluación detallada de las causas

7	¿Los equipos de soporte, técnicos e ingenieros, tienen adquirida la rutina de: 1) ir al lugar donde ocurre la problemática para entender la situación 2) hablar con el personal de este puesto de trabajo para obtener su opinión?	1	Si pero no se encuentra estructurada, es más el apagar incendios
8	¿Se comprende y conoce el concepto de Value Stream Mapping? ¿han sido mapeados todos los procesos y los lay-outs de cada cadena de valor se han segregado?	0	No actualmente
<b>Puntuación total</b>		<b>6</b>	
<b>Máxima puntuación</b>		<b>32</b>	
<b>Valoración del parámetro Lean</b>		<b><u>0,19</u></b>	

## Anexo B. Diagrama de Ishikawa

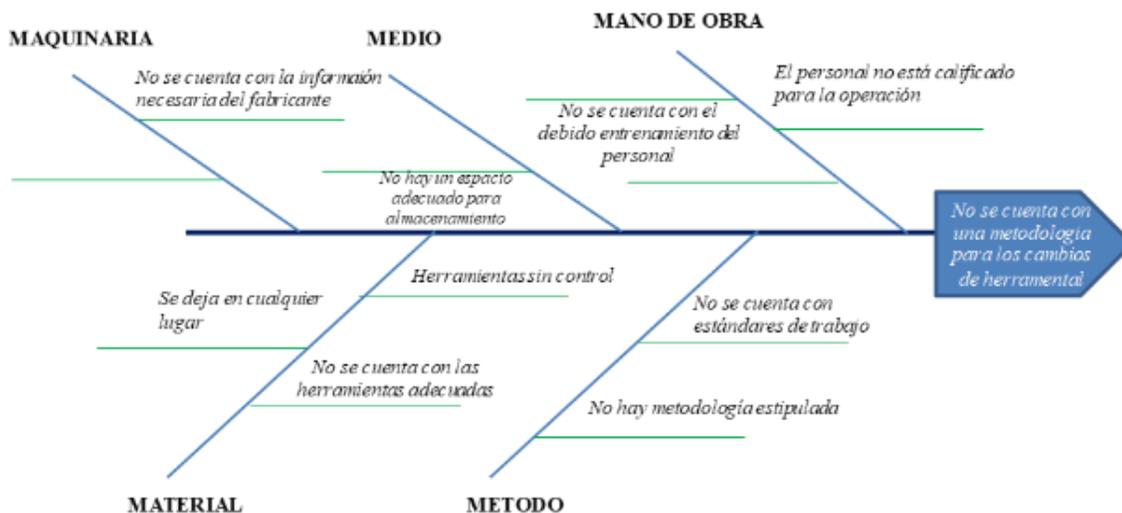
Ilustración 1 Diagrama de Ishikawa 5'S



Fuente: Elaborada por el autor

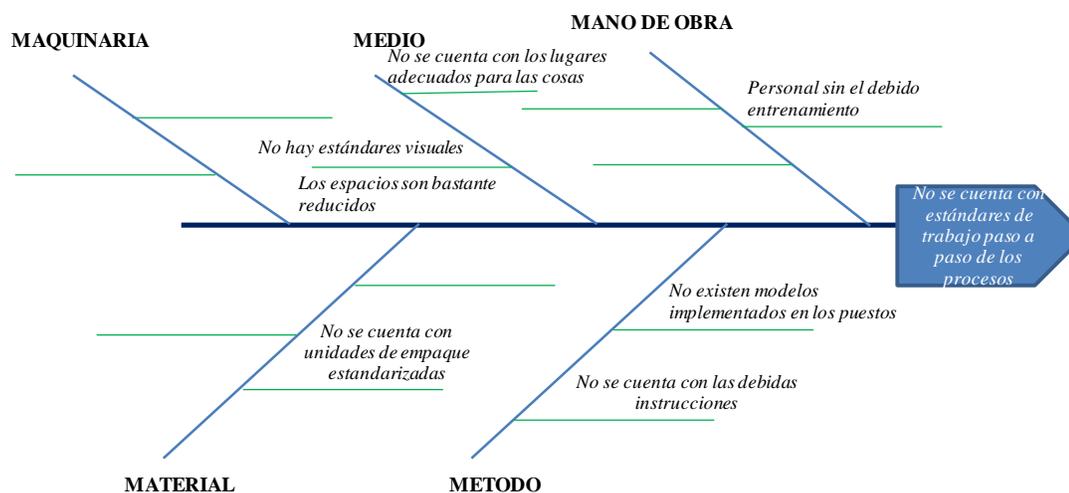
En la ilustración 1, se explican las causas de la falta de cultura organizacional y empoderamiento por parte de los trabajadores del área de inyección, no se dispone de sitios adecuados para la localización de la materia prima.

Ilustración 2 Diagrama de Ishikawa SMED



En la ilustración 2, se evidencia la falta de entrenamiento en los operadores para el alistamiento de las herramientas adecuadas y no se tienen estándares de trabajo en la ejecución de las tareas del área.

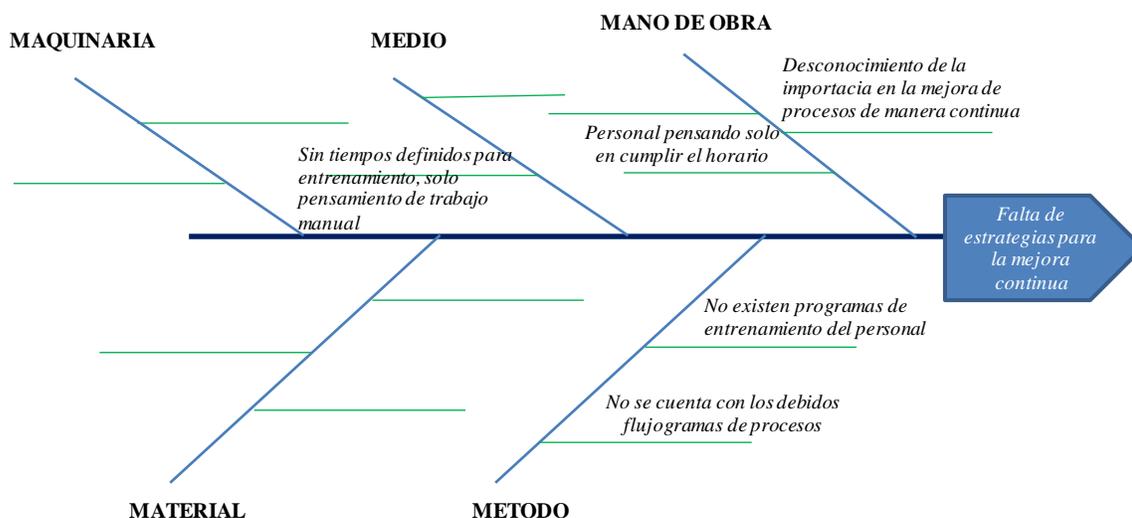
**Ilustración 3 Diagrama de Ishikawa STD**



**Fuente:** Elaborada por el autor

En la ilustración 3, se evidencia la falta de estándares visuales, se tienen espacios reducidos, no se tienen lugares adecuados para las materias primas en el instante de la inyección en los equipos.

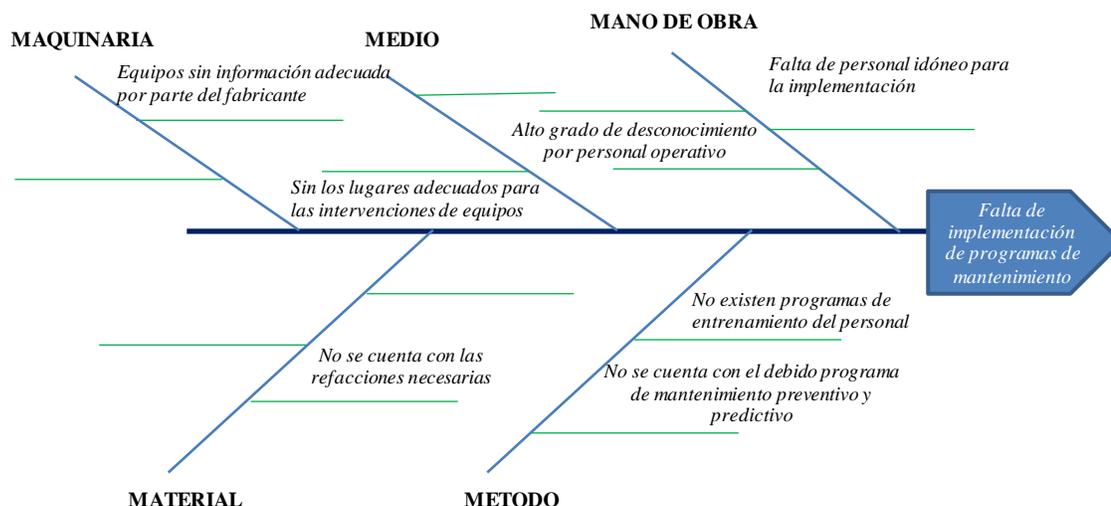
**Ilustración 4 Diagrama de Ishikawa MEJORA CONTINUA.**



**Fuente:** Elaborada por el autor

En la ilustración 4, se evidencia que el personal no está debidamente entrenado en la importancia de la mejora continua, y no cuentan con un programa de entrenamiento en mejoras.

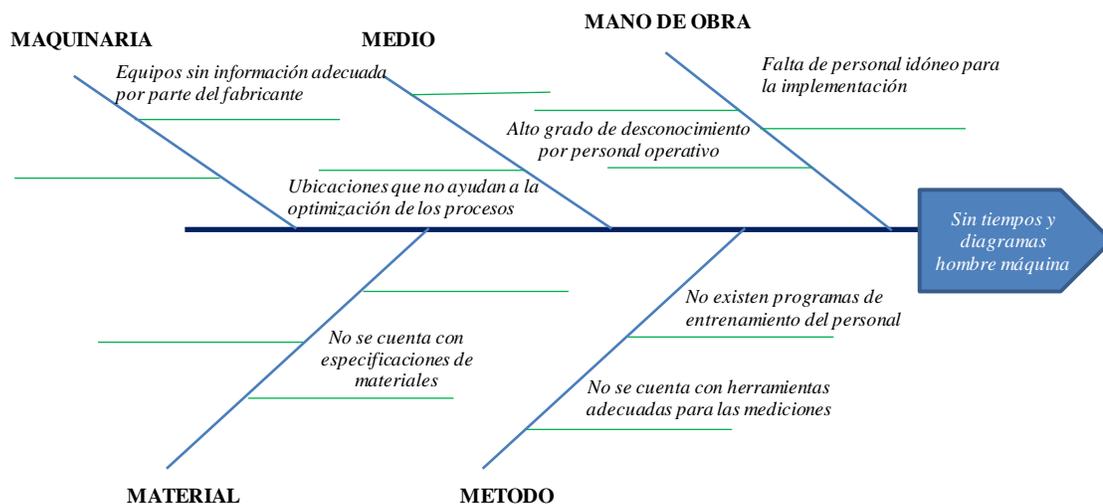
**Ilustración 5 Diagrama de Ishikawa TPM**



**Fuente:** Elaborada por el autor

En la ilustración 5, se evidencia que la empresa no cuenta con un plan de mantenimiento basado en la confiabilidad, no se tienen programas de entrenamiento de personal en TPM, las herramientas de intervención a equipos no son las adecuadas para la ejecución de las tareas.

**Ilustración 6 Diagrama de Ishikawa BALANCEADO.**



**Fuente:** Elaborada por el autor

En la ilustración 6, se puede evidenciar que las ubicaciones de los equipos no son los adecuados para la optimización de los procesos, los equipos no cuentan con la información adecuada por parte del fabricante para el entrenamiento adecuado del personal y brindarle una estabilidad a la operación.

Anexo C. Matriz de propuesta de mejora

Imagen 15 Tabla de propuesta “Matriz de propuesta de mejora”.

HERRAMIENTA LEAN	EFFECTO	CAUSA 1	CAUSA 2	CAUSA 3	CAUSA 4	CAUSA 5	DESCRIPCIÓN ACCIÓN DE MEJORA	TALENTO HUMANO	MAQUINA O EQUIPO	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD TIEMPO CAPACITACIÓN, HH	CANTIDAD DE OPERARIOS QUE INTERVIENEN EN LA MEJORA	COSTO TIEMPO TALENTO HUMANO	COSTO UNITARIO CAPACITACIÓN	COSTO TOTAL	RESPONSABLE
5S	Clasificación, 整理, Seiri, Separar innecesarios, Eliminar del espacio de trabajo lo que sea inútil.	No se cuenta con personal entrenado en metodologías de orden y aseo	No se sabe optimizar las áreas de trabajo disponibles	No se le brinda un manejo óptimo a las herramientas de trabajo en cuanto a la conservación	No hay orden en las estaciones de trabajo	No se dispone de un lugar designado para las herramientas de trabajo	Capacitar al personal en las herramientas lean manufacturing e iniciar con la implementación de la mejora en forma metódica y bajo técnicas establecidas	X		Capacitar a los operarios y entes administrativos en la clasificación de los innecesarios	HH	3	8	\$ 265.975,38	\$ 113.199,00	\$ 379.174,38	Supervisor de producción
	Orden, 整頓, Seiton, Simar necesarios, Organizar el espacio de trabajo de forma eficaz.									3		8	\$ 265.975,38	\$ 113.199,00	\$ 379.174,38		
	Limpieza, 清掃, Seiso, Suprimir suciedad, Mejorar el nivel de limpieza de los lugares.									3		8	\$ 265.975,38	\$ 113.199,00	\$ 379.174,38		
	Estandarización, 清澄, Seiketsu, Señalar anomalías, Prevenir la aparición de la suciedad y el desorden (Señalar y repetir) Establecer normas y									3		8	\$ 265.975,38	\$ 113.199,00	\$ 379.174,38		
	Disciplina, 躰, Shitsuke, Seguir mejorando, Fomentar los esfuerzos en este sentido.									3		8	\$ 265.975,38	\$ 113.199,00	\$ 379.174,38		
<b>SUBTOTAL STD \$ 1.895.872</b>																	
STD	No se establecen estandarizaciones en los puestos de trabajo	no se cuenta con hojas de operación	Falta de conocimiento del personal en la elaboración de procedimientos	No hay plan de entrenamiento en la herramienta			Capacitación al personal en estandarización mediante la metodología lean	X		Se capacitaran a los operarios a acerca de la adecuada utilización e interpretación de las hojas de operación estándar.	HH	5	8	\$ 339.125,63	\$ 188.665,00	\$ 527.790,63	Supervisor de producción
<b>SUBTOTAL STD \$ 527.791</b>																	
MEJORA CONTINUA	No se promueve el mejoramiento en el área	No se tiene ningún conocimiento acerca de Gemba - Kaizen	El personal no tiene entrenamiento en mejora continua	No hay un plan de entrenamiento en mejora continua			Capacitar en el ciclo PHVA y filosofía Gemba - Kaizen	X		Capacitación a operarios en Implementación del ciclo PHVA mediante la metodología lean	HH	12	8	\$ 595.151,50	\$ 452.796,00	\$ 1.047.947,50	Supervisor de producción
<b>SUBTOTAL MEJORA CONTINUA \$ 1.047.948</b>																	
POKA YOKE	No se cuenta con un programa caza fallos	No se maneja la metodología anti-error	Falta de conocimiento en la técnica anti error	No se contempló la implementación de los métodos anti-error en la empresa	No hay entrenamiento en la herramienta Poka Yoke		Capacitar en la implementación de técnicas anti error de Poka Yoke	X		Capacitación en manejo de herramientas lean Manufacturing	HH	8	8	\$ 448.851,00	\$ 301.864,00	\$ 750.715,00	Supervisor de producción
<b>SUBTOTAL POKA YOKE \$ 750.715</b>																	
SMED	No se planean con antelación frente a la eventualidad de un cambio	Operadores no tienen conocimiento del SMED	La empresa no cuenta con un plan de entrenamiento en la herramienta SMED	La empresa no cuenta con lugares destinados para las herramientas de cambio de moldes			Capacitación en la herramienta SMED	X		Establecer método de alistamiento y cambio rápido en moldes	HH	15	8	\$ 704.876,88	\$ 565.995,00	\$ 1.270.871,88	Supervisor de producción
<b>SUBTOTAL SMED \$ 1.270.872</b>																	
TPM	No se planea frente alguna eventualidad de cambio	Los empleados no tienen conocimiento sobre la herramienta	La empresa no cuenta con un plan de entrenamiento en la herramienta TPM				Capacitación en herramientas Lean manufacturing	X		Capacitación al personal e implementación de un Plan de entrenamiento TPM	HH	20	8	\$ 887.752,50	\$ 754.660,00	\$ 1.642.412,50	Coordinador de mantenimiento
		No se verifica con regularidad si la máquinas esta en óptimas condiciones antes de comenzar la fase productiva	No hay plan de mantenimiento preventivo	Solo se intervienen los equipos cuando hay averías	No hay entrenamiento en la herramienta TPM			Proponer a mantenimiento tener el sitio y herramientas adecuadas para las ejecuciones en las máquinas		X	Ubicar un lugar adecuado con las herramientas manuales requeridas para las intervenciones de mantenimiento	UN	1		\$ 3.553.000,00	\$	3.553.000,00
<b>SUBTOTAL TPM \$ 5.195.413</b>																	
BALANCEO	No presenta un equilibrio óptimo en la producción	No se maneja el tema de Takt-Time	No hay entrenamiento en la herramienta BALANCEO				Implementar un Plan de entrenamiento TAKT- TIME	X		Realizar entrenamiento TAKT-TIME, para evitar los retrasos en la entrega de los productos	HH	15	8	\$ 704.876,88	\$ 565.995,00	\$ 1.270.871,88	Supervisor de producción
<b>SUBTOTAL BALANCEO \$ 1.270.871,88</b>																	
<b>TOTAL COSTO PROPUESTA \$11.959.481</b>																	