

**Propuesta en la mejora de la productividad del proceso de empaque de albóndigas  
utilizando algunas de las herramientas del lean manufacturing en una empresa de  
productos cárnicos en la ciudad de Bogotá**

Juan Sebastián Robles Salinas

Pablo Enrique Moreno García

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa Ingeniería Industrial  
Bogotá, D.C.

2020

**Propuesta en la mejora de la productividad del proceso de empaque de albóndigas  
utilizando algunas de las herramientas del lean manufacturing en una empresa de  
productos cárnicos en la ciudad de Bogotá**

Juan Sebastián Robles Salinas

Pablo Enrique Moreno García

Director

John Jairo González Bulla

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa Ingeniería Industrial  
Bogotá, D.C.

2020

## **Agradecimientos**

Primeramente quiero agradecer a Dios por la oportunidad que me dio de estudiar tan maravillosa carrera dándome fortaleza y compromiso con esta, también quiero agradecer a mis padres los cuales siempre me apoyaron para mi estudio tanto financieramente cuando lo necesite como emocionalmente, frente a las dificultades que se han dado a lo largo de este ciclo siempre conté con su apoyo, agradecer de igual forma a la institución Uniagustiana la cual siempre nos prestó las instalaciones para nuestro crecimiento tanto personal como profesionalmente, a mis compañeros y docentes los cuales para bien o mal siempre pude contar con ellos en lo largo de este trayecto, agradecer de igual forma a la empresa en la que desarrollamos el proyecto en cual nos brindó la información necesaria para el desarrollo de este proyecto junto con las visitas a dicho sitio para poder recolectar información de este trabajo, y por ultimo pero no menos importante al docente John Jairo González Bulla el cual nos guió y ayudó en lo largo de estos meses dándonos pautas y apuntes para la elaboración de este proyecto, el cual nos tuvo paciencia y comprensión para la correcta culminación de este trabajo, muchas gracias a todos ellos.

Juan Sebastián Robles Salinas

En primer lugar mi agradecimiento a Dios por permitirme vivir tan buena experiencia en la universidad, gracias a la familia Agustiniiana por permitirme utilizar el conocimiento aprendido y convertirme en un profesional de esta carrera que tanto me apasiona, gracias a cada docente que contribuyó en este proceso integral de formación, gracias a mi compañero de tesis Juan Sebastián Robles Salinas con quien desarrollamos este trabajo colaborativo. Gracias a mi familia, a mis padres y a mis hermanos por ser siempre apoyo incondicional y por brindarme tan valiosos consejos, sin su apoyo este trabajo nunca se habría escrito por esto este trabajo también es el suyo.

A todos, infinitas gracias.

Pablo Enrique Moreno García

## **Resumen**

El siguiente trabajo de grado abarca la necesidad de desarrollar una propuesta de mejora mediante algunas de las herramientas de lean manufacturing en el proceso productivo de empaque de albóndigas en una industria de productos cárnicos, esto implica la eliminación de los desperdicios de manera que se logre conseguir un impacto positivo tanto en tiempos de producción como en reducción de costos de operación. El presente documento presenta inicialmente una introducción a los conceptos y herramientas que constituyen la teoría Lean, así como los objetivos enfocados hacia el desarrollo de la mejora en el proceso seleccionado. A lo largo del documento el lector podrá seguir tanto los conocimientos basados en la teoría relacionados al lean como los retos y particularidades implicadas en su ejecución. En este documento se enfatiza de una manera clara y concreta las herramientas más adecuadas a tener en cuenta en la mejora del proceso de empaque de albóndigas de una empresa de productos cárnicos en la ciudad de Bogotá.

*Palabras claves:* Lean manufacturing, empaque de albóndigas, propuesta de mejora, impacto.

## **Abstract**

The following degree work covers the need to develop an improvement proposal through some of the lean manufacturing tools in the meatball packaging production process in a meat products industry, this implies the elimination of waste in a way that is achieved a positive impact on both production times and reduction of operating costs. This document initially presents an introduction to the concepts and tools that constitute Lean theory, as well as the objectives focused on the development of improvement in the selected process. Throughout the document the reader will be able to follow both the knowledge based on the theory related to lean and the challenges and particularities involved in its execution. This document clearly and specifically emphasizes the most appropriate tools to take into account in the improvement of the meatball packaging process of a meat products company in the Bogotá City.

*Keywords:* lean manufacturing, meatball packaging, improvement proposal, impact.

## Tabla de contenidos

Introducción.....	15
1. Descripción del problema.....	16
1.1.    Árbol de problemas .....	17
1.2.    Pregunta de investigación.....	20
2.    Objetivos .....	21
2.1 Objetivo general .....	21
2.2 Objetivos específicos.....	21
3. Justificación.....	22
4. Antecedentes.....	23
4.1 Investigación en el extranjero.....	23
4.1.1. Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing.....	23
4.1.2. Investigación de fábrica de Arcelor Mittal.....	23
4.1.3. Mejora del proceso de fabricación utilizando Kanban .....	23
4.1.4. Diseño de un sistema de gestión basado en la metodología de las 5s aplicado al proceso de almacenamiento y despacho de producto terminado en una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de pinturas. ....	24
4.1.5. Implantación de la metodología smed en una línea de montaje industrial. ....	24
4.2. Investigaciones nacionales .....	25
4.2.1. Aplicación de la metodología Smed para incrementar la producción en la fabricación de rollos en la línea 110 de la empresa PROTISA S: A: C.....	25
4.2.2. Propuesta de mejoramiento del proceso de producción de madera plástica de la empresa Colombia Ecológica Madera Plástica .....	26
3.2.3. Propuesta de mejoras de capacidad de la producción en el área de pastelería en la organización gate gourmet Colombia .....	26

3.2.4. Identificación y reducción de los niveles de desperdicio, desde la perspectiva de Lean Manufacturing en la empresa Flowserve Colombia S.A.S .....	27
5. Marco de referencia .....	28
5.1. Marco teórico.....	28
5.1.1 Lean manufacturing.....	28
5.1.2 Principios del lean manufacturing .....	28
5.1.2.1. Understanding Consumer Value.....	28
5.1.2.2. Value Stream Analysis. ....	28
5.1.2.3. Flow. ....	28
5.1.2.4. Pull.....	28
5.1.2.5. Perfection.....	28
5.1.3. Tipos de lean manufacturing. ....	28
5.1.3.1 VSM (Value Stream Mapping). ....	29
5.1.3.2 5S.....	29
5.1.3.2.5. Shitsuke – Disciplina.....	29
5.1.3.3. QFD (Quality Function Deployment). ....	29
5.1.3.4. TPM (mantenimiento productivo total).....	29
5.1.3.5. Kanban.....	30
5.1.3.6. SMED.....	30
5.1.3.6.1. Preparación previa. ....	30
5.1.3.6.3. Separar lo interno de lo externo.....	31
5.1.2.6.5. Convertir lo interno en externo.....	31
5.1.3.6.6. Reducir los tiempos de las actividades internas. ....	31
5.1.3.6.7. Realizar el Seguimiento.....	31
5.1.4. Etapa preliminar: .....	33

5.2 Marco conceptual .....	34
5.3. Marco legal .....	36
6. Marco metodológico.....	38
6.1. Tipo de estudio .....	38
6.2. Área de estudio .....	38
6.3. Elaboración de información.....	38
6.4. Universo y muestra.....	38
6.5. Métodos e instrumentos de recolección de datos .....	39
6.5.1. Toma de tiempos. ....	39
6.5.2. Recolección de datos .....	40
6.6. Plan de tabulación y análisis.....	40
6.7. Procedimientos .....	40
7. Resultados de la investigación.....	41
7.1. Diagnóstico de la situación actual del proceso productivo.....	41
7.1.1 Método de Evaluación.....	41
7.1.2 Condiciones establecidas para cada herramienta.....	42
7.1.2.1 VSM. ....	42
7.1.2.2 5'S.....	44
7.1.2.3 TPM.....	46
7.1.2.4 SMED.....	47
7.1.2.5 POKA YOKE .....	48
7.1.3. Análisis de Resultados.....	50
7.2. Identificación de las etapas de producción en el sistema. ....	51
7.2.1 Etapa 1. ....	51
7.2.2. Etapa 2. ....	52



7.2.3. Identificación de las actividades internas y externas.....	52
7.2.4. Tiempos de producción. ....	56
7.2.5. Anormalidades en el proceso.....	56
7.2.6 VSM .....	58
7.3. Propuesta de mejoramiento .....	60
7.3.1. TPM.....	60
7.3.1.1. Mejora enfocada (Kobetsu Kaizen).....	60
7.3.1.2. Mantenimiento autónomo (Jishu Hozen) .....	61
7.3.2. Kanban.....	62
7.3.3. 5S.....	63
7.3.4. POKA YOKE .....	73
7.3.5. SMED .....	74
7.3.5.1. Materiales y Métodos .....	75
7.3.5.1.1. Descripción de máquina .....	75
7.3.5.1.2. Estación de formación .....	75
7.3.5.1.3. Zona de carga.....	75
7.3.5.1.4. Estación de sellado .....	75
7.3.5.1.4. Unidades de corte transversal y longitudinal.....	75
7.3.5.1.5. Alistamiento en empaque de albóndigas .....	76
7.3.5.1.6. Estudio de métodos y tiempos .....	76
7.3.5.2. Resultados y discusión .....	77
7.3.5.2.1. Etapa preliminar .....	77
7.3.5.2.2. Primera etapa: separación de operaciones internas y externas .....	78
7.3.5.2.3. Segunda etapa: conversión de operaciones internas en externas.....	78
7.4. Indicadores de control. ....	84

7.4.1. Comparativo de indicadores estado actual vs la implementación de la propuesta..	89
7.5. Evaluación económica.....	95
Conclusiones.....	101
Referencias .....	102

## Lista de tablas

Tabla 1. Artículos y descripción de ellos .....	36
Tabla 2. Decisión de variables.....	38
Tabla 3. Puntuación Lean .....	42
Tabla 4. Resumen VSM .....	43
Tabla 5. Resumen 5´S.....	44
Tabla 6. Resumen TPM .....	46
Tabla 7. Resumen SMED .....	47
Tabla 8. Resumen POKA YOKE .....	48
Tabla 9. Puntuación de los requerimientos de las herramientas del lean manufacturing .....	49
Tabla 10. Análisis de puntuación .....	50
Tabla 11. Anormalidades del sistema en cuanto las dos etapas .....	57
Tabla 12. Plan de inducción .....	60
Tabla 13. Actividades diarias .....	61
Tabla 14. Tarjeta de manejo Kanban.....	63
Tabla 15. Boceto de sticker para demarcación de zonas .....	64
Tabla 16. Dimensiones vs zona de demarcación.....	66
Tabla 17. Cronograma 5S.....	71
Tabla 18. Indicador 5S.....	72
Tabla 19. Actividades del proceso.....	77
Tabla 20. Resumen de actividades en el proceso de alistamiento.....	78
Tabla 21. Cuadro comparativo de actividades.....	81
Tabla 22. Indicadores .....	84
Tabla 23. Cálculos ampliados.....	85
Tabla 24. Indicador de demoras .....	85
Tabla 25. Datos del indicador.....	86
Tabla 26. Indicador de productividad.....	87
Tabla 27. Datos del indicador.....	88
Tabla 28. Estado actual el OEE de la empresa .....	95
Tabla 29. Propuesta de mejora OEE.....	98
Tabla 30. Estado actual de la empresa frente a demoras .....	100

Tabla 31. Propuesta de mejora .....	1007
Tabla 32. Comparación indicadora de productividad.....	1007
Tabla 33. Costos de implementación.....	1008
Tabla 34. Valor actual de operación.....	1008
Tabla 35. Beneficios de implementación .....	1009

## Lista de figuras

Figura 1. Niveles de ventas en los últimos meses del 2020 .....	16
Figura 2. Tiempo de procesos en min en un ciclo .....	17
Figura 3. Árbol de problemas .....	18
Figura 4. Plano de equipo de trabajo .....	19
Figura 5. Tiempo operarios x segundo. ....	20
Figura 6. SMED.....	32
Figura 7. Mejora del lead-time .....	33
Figura 8. Marco conceptual.....	35
Figura 9. Uso de las herramientas del Lean.....	49
Figura 10. Actividades etapa 1 .....	52
Figura 11. Actividades etapa 2 .....	52
Figura 12. Actividades internas etapa 1 .....	53
Figura 13. Actividades externas etapa 1 .....	54
Figura 14. Actividades internas etapa 2 .....	54
Figura 15. Actividades externas etapa 2 .....	55
Figura 16. Tiempo de etapas de producción.....	56
Figura 17. VSM actual proceso de producción de albóndigas. ....	58
Figura 18. Cuello de botella proceso de elaboración de albóndigas. ....	59
Figura 19. Línea de trabajo .....	62
Figura 20. bandeja de uso .....	63
Figura 21. Demarcación zona kit de derrame.....	64
Figura 22. Caja de herramientas .....	64
Figura 23. Zonas de herramientas.....	65
Figura 24. Implementos .....	65
Figura 25. Demarcación zonal .....	65
Figura 26. Zonas para demarcar .....	66
Figura 27. Implementación de dispositivos a prueba de error .....	74
Figura 28. Representación de maquina empacadora de albóndigas. ....	76
Figura 29. reducción de tiempos de alistamiento .....	80
Figura 30. Reducción de actividades internas .....	80

Figura 31. Uso de Bandeja .....	82
Figura 32. Alistamiento de máquina. ....	83
Figura 33. Alistamiento de maquina .....	83
Figura 34. Comportamiento del indicador.....	87
Figura 35. Comportamiento indicador.....	88
Figura 36. Comparativo .....	94
Figura 37. Resultado indicador productividad .....	95
Figura 38. Anexo 1 .....	104
Figura 39. anexo 2 .....	105
Figura 40. Anexo 3 .....	106
Figura 41. Anexo 4 .....	107
Figura 42. Anexo 5 .....	108

## Introducción

En Colombia en los últimos años la industria del sector de alimentos ha tenido mayores demandas dada la cantidad de población que se encuentra en constante aumento, esto a su vez le genera mayor demanda de los productos cárnicos, en la ciudad de Bogotá se identifican distintas empresas las cuales tienen como fin la creación de diferentes alimentos con los cuales suplir las necesidades al menor costo de producción posible, los problemas del sector de alimentos ya sea tiempos muertos, mala producción, gastos innecesarios,(...), conociendo esto se evidencia el gran impacto que estas pueden generar en las empresas, por ello planteamos este trabajo con el fin de mostrar una propuesta para su mejor desempeño, las metodologías a utilizar en forma general es la del sistema de mejora continuo o mejor conocida lean manufacturing, dado que es brinda un gran catálogo de las herramientas mejor clasificadas en esta área, por ello queremos plantear algunos de sus modelos ya sea desde las 5s, TPM (mantenimiento productivo total), Kanban, SMED (Single-Minute Exchange of Dies),(...) con el fin de generar mayor valor agregado dentro de la aplicabilidad de estos sistemas.

Este trabajo pretende mejorar el sistema productivo y operacional en el área de empaques para la producción de albóndigas en una industria de productos cárnicos de la ciudad de Bogotá para así facilitar y reducir los tiempos muertos de dicho proceso.

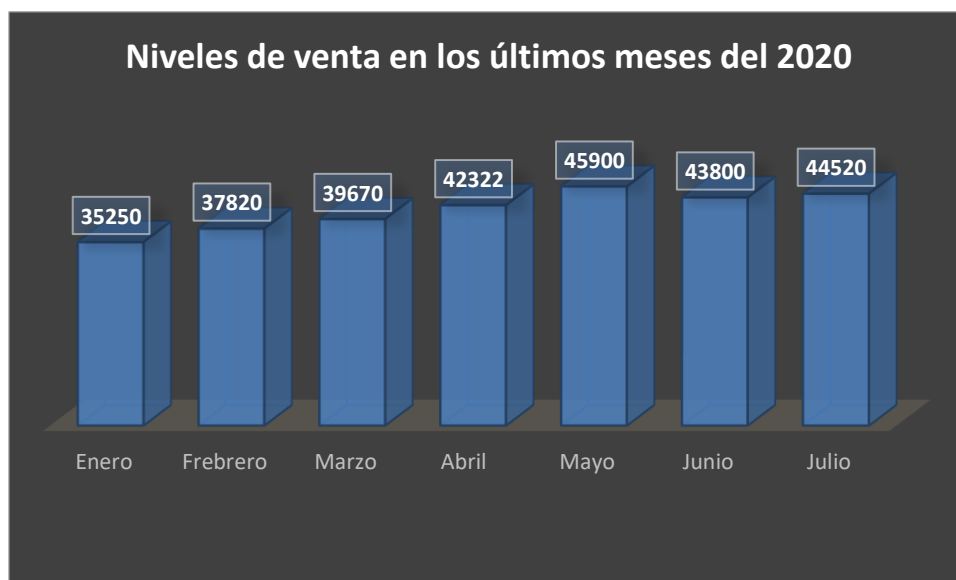
Después de su definición empezaremos con un proceso de diagnóstico para saber no sólo el estado actual de la línea de producción sino todas las posibilidades que está pueda tener, para llegar a generar mayores beneficios para la empresa.

Cada uno de los análisis que se planteen cuenta con variables para su estudio, con el fin de obtener así una mayor información que permitan analizar en dicho sector y como esta puede ir mejorando a través de tiempo.

Para lograr un desempeño superior en las operaciones de la empresa sujeto de estudio, es necesario mejorar continuamente en los siguientes factores, la confiabilidad del proceso, buscando una mayor sincronización y velocidad lo cual nos permite ser más productivos.

## 1. Descripción del problema

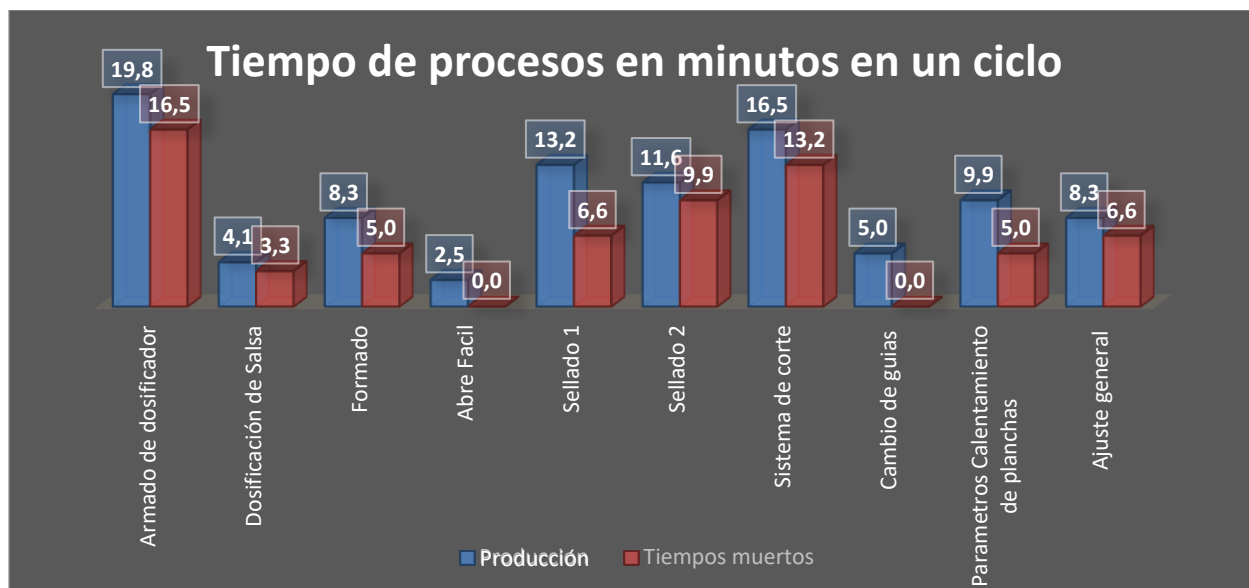
Debido a la alta demanda actual (un promedio de 41326 unidades por mes), del proceso de empaque de referencia albóndigas, es necesario ajustar los tiempos de producción, se identifica entonces la posibilidad de incrementar la eficiencia de los equipos y máquinas utilizadas en el área de empaque de albóndigas, la cual se mide mediante el indicador OEE, basado en la disponibilidad, eficiencia y calidad del producto, en la Figura 1 se muestra cómo ha ido aumentando la demanda de este producto en los últimos meses y las variaciones de venta.



**Figura 1.** Niveles de ventas en los últimos meses del 2020. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.

Se identifican que las actividad dentro de la empresa en el proceso productivo de empaque de albóndigas es del 60% y un grado de inactividad del 40% (tiempos muertos, ajuste de maquinaria,...)(gráfica 2) , en la figura 2 se identifican estos tiempos con relación a las actividades de la línea de producción, lo que se traduce a la pérdida de tiempos claves que dificultan el adecuado desempeño de la producción lo que a su vez nos da un margen para mejorar dichos tiempos lo que reduce gastos innecesarios, con esto identificar la posibilidad en el aumento de la disponibilidad actual del proceso de empaque de albóndigas, permitiendo reducir el porcentaje de tiempo utilizado en un alistamiento de equipos.





**Figura 2.** Tiempo de procesos en min en un ciclo. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.

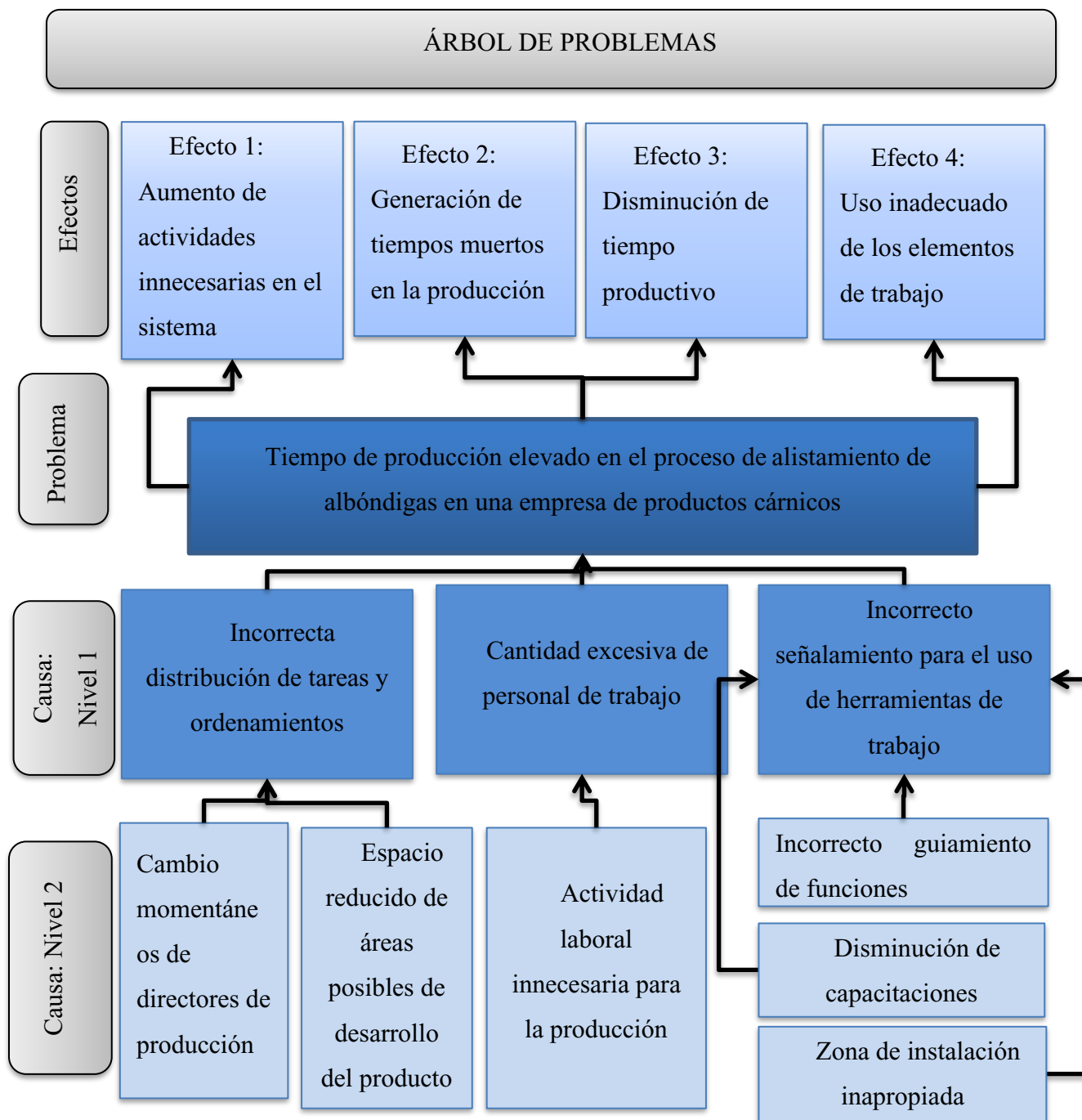
La aplicación de la metodología para la reducción de los tiempos no productivos, aplicando unas de las herramientas de la filosofía lean manufacturing en una industria de productos cárnicos ubicada en la ciudad de Bogotá, es un estudio descriptivo que se enfoca en la identificación y características del problema de investigación, se toman insumos que sirven como guía y que van acorde a las necesidades de eliminación de tiempos no productivos en el área de producción de empaque de albóndigas.

Cabe resaltar que dicho proceso de producción cuenta con varias etapas, las cuales se evidencian gran falta de coordinación y ordenamiento no solo en los operarios, sino que el sistema de distribución de las herramientas y zonas de transición del personal lo cual limita en gran manera la movilidad del personal dentro del proceso, posteriormente se identifican que para actividad dentro de las fases tienen un periodo de tiempo elevado y muchas intervenciones en cada una de las actividades.

### 1.1. Árbol de problemas

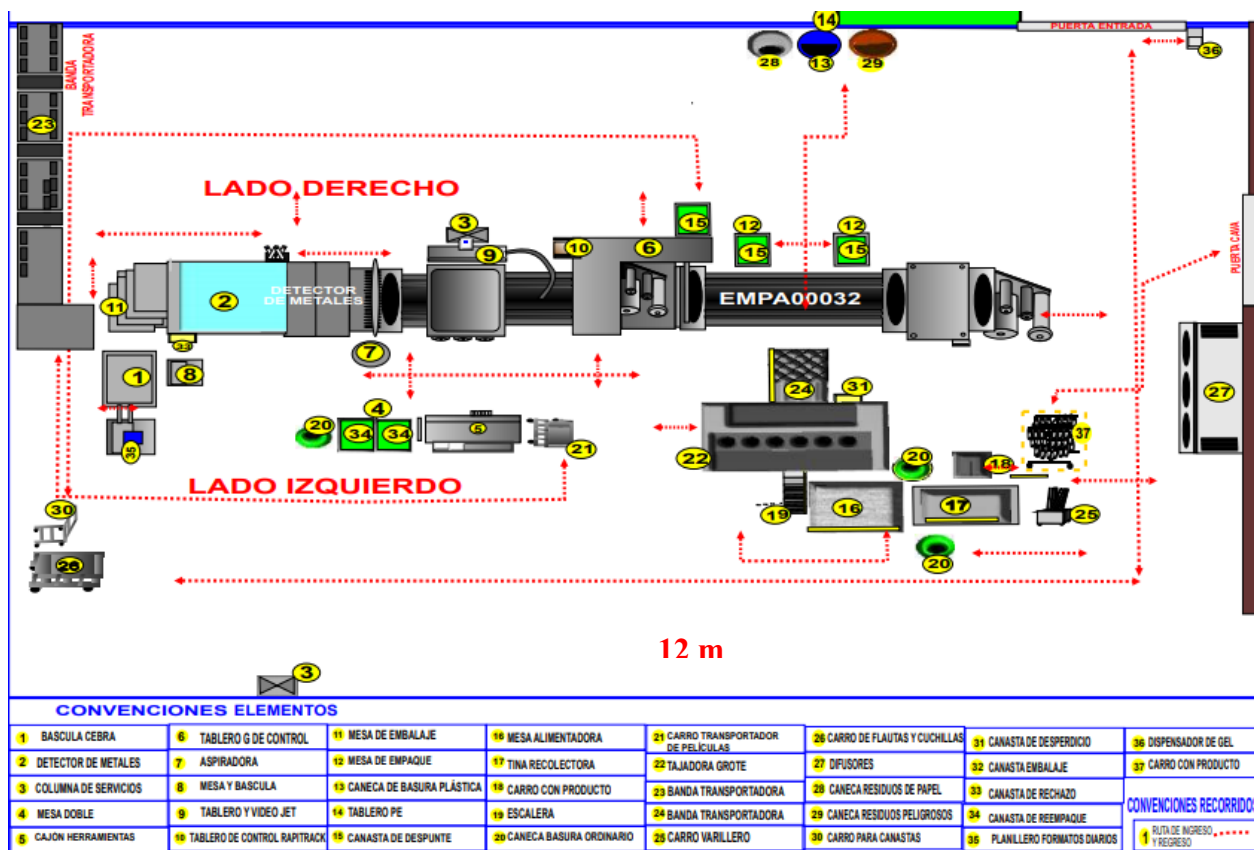
Se ha evidenciado que, en los últimos 2 años, la empresa ha cambiado de personal directivo en la operación con un total de 4 personas, cuya principal función es la toma de decisiones en la producción de albóndigas, lo cual ha causado una falta de articulación del personal de los procesos. Ya que un “líder es la persona que no solo dirige las operaciones sino es aquella

Persona que sabe utilizar su inteligencia emocional, pero al cambiarla constantemente no se puede llegar a una adaptabilidad completa”. (Goleman, 2004).



**Figura 3.** Árbol de problemas. Autoría propia.

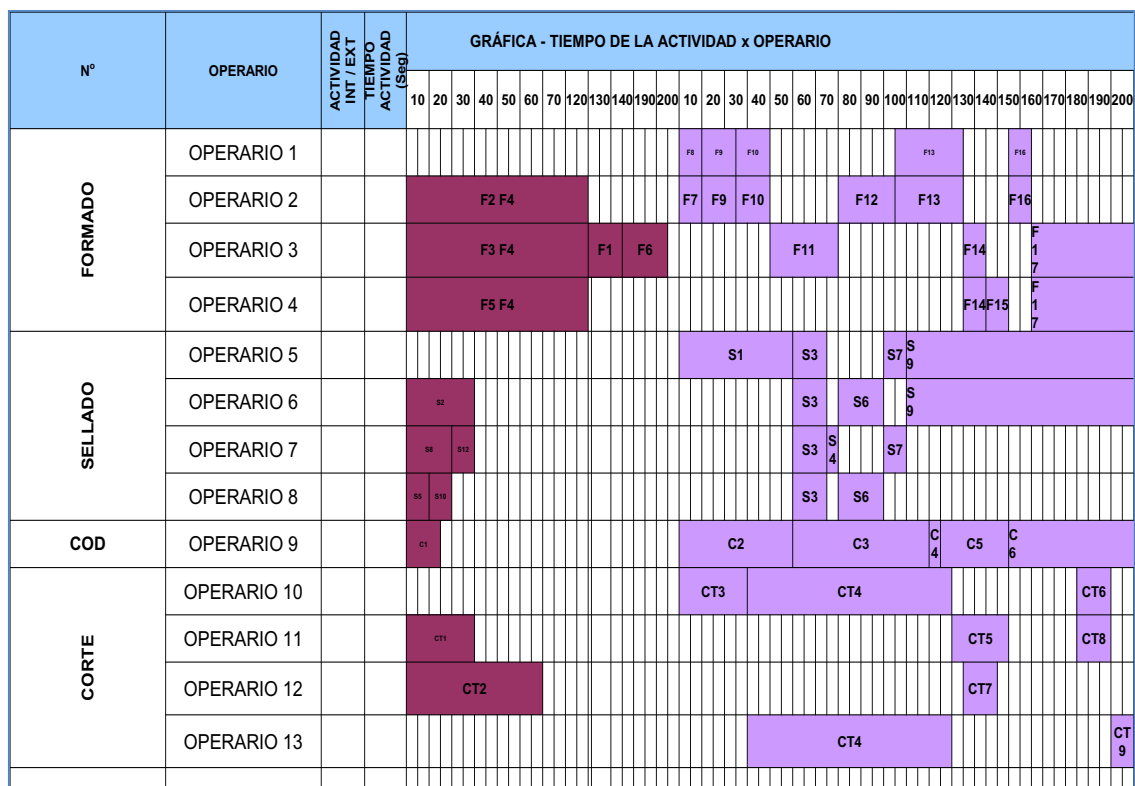
Otro de los aspectos identificados es la falta de espacio para la movilidad del personal ya que solo cuenta con un área de 96 m<sup>2</sup>, lo cual limita la movilidad de las personas para la recolección de los implementos de uso para el transporte de una línea a otra, esto a su vez causa un desequilibrio en la línea el cual “genera una mala organización de las tareas a desarrollar”.(Cepeda Sánchez & Sigüencia Villa, 2018), en la figura 4 se identifica el espacio disponible de la instalación así como la distribución de la maquinaria.



**Figura 4.** Plano de equipo de trabajo. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.

Uno de los elementos más evidentes es el número de personal. Para la producción de 8 horas se necesitan alrededor de 14 personas lo cual incrementa los gastos de la producción, con esto se ha evidenciado el tiempo de periodos muertos de la línea equivalente al 40% del tiempo total de producción de la línea como lo muestra la figura 5.

Teniendo en cuenta que esta prueba se realiza un total de 6 veces para poder llegar a lo más cercano posible. Los tiempos muertos son todos aquellos en los que los operarios se encuentran sin tareas a realizar por la falta de entrada de materia a su área. (Garcés & Castrillón, 2017)



**Figura 5.** Tiempo operarios x segundo. (Datos del área de producción calculados)

### 1.2.Pregunta de investigación

¿Qué herramientas de lean manufacturing y de qué modo se pueden ajustar, para que permita aportar en la mejora de la productividad del área de alistamiento de empaques de albóndigas, para una industria de productos cárnicos ubicada en la ciudad de Bogotá?

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Desarrollar una propuesta de mejora del proceso productivo de empaque de albóndigas en una industria de productos cárnicos, mediante algunas de las herramientas de lean manufacturing.

### **2.2 Objetivos específicos**

Realizar un diagnóstico del estado de producción de la empresa en el área de empaques de albóndigas. (a través del nivel de producción de la empresa) versus los requerimientos de lean manufacturing.

Realizar e identificar las herramientas a usar de lean manufacturing para así mismo generar una propuesta de su uso.

Establecer como deben de ser ejecutadas las herramientas del lean para su posible implementación.

Diseñar indicadores que permitan controlar y monitorear el proceso productivo.

Realizar una evaluación económica de la posible aplicación de la propuesta versus el sistema productivo en la actualidad.

### **3. Justificación**

La industria de la manufactura, especialmente la de producción de alimentos, con el pasar de los tiempos es más competitiva, esta industria ha sido flexible y adaptable en los últimos años, cuando las necesidades de los clientes han cambiado de manera constante, llevando a fabricar productos que estén en la mesa del consumidor, de forma práctica pero confiable y ante todo saludable, reta a esta industria a garantizar la mejora en sus procesos, en sus instalaciones y en sus trabajadores. Derivado a la alta demanda de productos alimenticios que satisfagan la necesidad de los clientes de las empresas del sector, involucran a sus actividades, metodologías cuyo fin es disminuir los tiempos muertos en el proceso productivo.

Enfocando la atención en el proceso productivo de una compañía de alimentos cárnicos, existe un escenario en particular, donde es evidente una mejora, respondido a la necesidad actual de reducir los tiempos de alistamiento y limpieza de las máquinas entre tandas de producción de la línea de albóndigas, los tiempos perdidos generan sobrecostos en la operación y disminuyen la disponibilidad de las máquinas, lo que requiere acciones que logre una mejora.

Con la propuesta de mejora, se pretende analizar la parte del proceso que vincula a la línea de producción de albóndigas de la empresa de alimentos cárnicos, con el fin de realizar un diagnóstico del estado de producción de la empresa en el área productiva. Esta propuesta está documentada en base a los datos obtenidos en el diagnóstico, además de consolidar en una base de datos la información obtenida que permite brindar al personal la ubicación de los elementos que se requieren durante el alistamiento.

Por último, está vinculado a indicadores de la gestión realizada para el monitoreo constante de la disminución de los tiempos con el objetivo de alcanzar la mejora.

## **4. Antecedentes**

### **4.1 Investigación en el extranjero**

#### **4.1.1. Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing.**

Consiste en una propuesta de mejoramiento a través de las herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Diseños y Confecciones Mercy. La cual se constituye como una empresa de diseño, confección y comercialización de ropa y uniformes para dama. Las propuestas son generadas con el fin último de mejorar las entregas retrasadas a clientes, por medio de la disminución de desperdicios en el proceso productivo que no agreguen valor al producto y que ayuden a disminuir tiempos, costos y posibles riesgos potenciales para la organización. (Sanchez.V, Negrete.D, 2013)

#### **4.1.2. Investigación de fábrica de Arcelor Mittal.**

Consiste en la realización de un estudio SMED sobre la línea de producción M05 de panel sándwich. Este estudio tiene como objetivo mejorar la productividad de la línea incidiendo en la reducción de tiempos de preparación de máquinas entre distintos lotes de paneles. Para ello se observa a pie de fábrica todas las preparaciones de máquinas que se hagan durante cada semana de producción, anotando todos los datos relevantes y haciendo un análisis posterior de ellos. Una vez estudiados dichos procesos, se procede a hacer un plan de mejora siguiendo las pautas indicadas por el método SMED. (Feddy, 2001)

#### **4.1.3. Mejora del proceso de fabricación utilizando Kanban.**

Este proyecto se presenta la aplicación de la metodología Kanban y el análisis del efecto que esta puede generar en una fabricación de transformadores de distribución. Mediante la aplicación de la metodología propuesta se puede mejorar la programación de la producción, con el objetivo de reducir la cantidad de producto en proceso que no se utiliza, por lo que se reduce el inventario. Para analizar el efecto de aplicar la metodología Kanban en la empresa se utilizó la técnica de simulación, para lo cual se modela el proceso actual y propuesto a las reglas de la metodología Kanban. A partir de estos resultados que arrojan modelos, se muestra que hay una mejora en las líneas de producción donde se utiliza la metodología Kanban. (Arango.M, Zapata.L, 2015)

#### **4.1.4. Diseño de un sistema de gestión basado en la metodología de las 5s aplicado al proceso de almacenamiento y despacho de producto terminado en una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de pinturas.**

Este proyecto se desarrolla en una empresa que se dedica a la fabricación y comercialización de pinturas, usada en interiores y exteriores de edificios, casas, centros comerciales, etc. Esta empresa presenta problemas como la acumulación de materiales innecesarios, desperdicio de tiempo en búsqueda de materiales y herramientas. La presencia de esos problemas ha desencadenado una serie de dificultades como atraso en los pedidos, falta de trabajo en equipo, incomodidad en los clientes lo cual ha provocado una disminución en ventas. Empezamos con la determinación del proceso que origina los desperdicios, identificando los elementos innecesarios en el área de trabajo a través de entrevistas al personal, y observación física para de esta manera lograr gestionar de forma sistemática los elementos y materiales del área de trabajo de acuerdo a 5 fases preestablecidas muy sencillas pero que requieren esfuerzo y perseverancia para mantenerla. En base a los problemas identificados elaboramos un diseño de un sistema de gestión basado en la metodología de las 5s en el que definimos 3Fases: Planificación, Ejecución, Seguimiento y Mejora. (Guachisaca.J, Caiche. S, 2011)

#### **4.1.5. Implantación de la metodología smed en una línea de montaje industrial.**

Pretende implementar la metodología SMED para lograr una reducción en los tiempos de cambio de distintas referencias de amortiguadores. Esta aplicación se realiza en la Línea 3 de producción de carcasa de la empresa KYB Suspensions Europe S.A. Surge la necesidad de mejorar la eficiencia en los cambios de utillajes puesto que dicha línea fabrica una gran variedad de modelos de amortiguador y continuamente se producen cambios de referencias. El documento contiene una introducción acerca del proceso productivo utilizado en la Línea 3, posteriormente un análisis de dicho proceso para poder conocer cuáles son las actividades que son estrictamente necesarias (internas) para realizar el cambio de modelo. Por un lado se estudia qué acciones se deben implementar para eliminar o reducir aquellos procesos que se realizan de manera externa y por otro lado se analiza cómo mejorar aquellos procesos internos. Finalmente se explican las acciones escogidas para lograr la mejora de eficiencia de los tiempos de cambio mencionados. (Paloma, 2018)



## **4.2. Investigaciones nacionales**

### **4.2.1. Aplicación de la metodología Smed para incrementar la producción en la fabricación de rollos en la línea 110 de la empresa PROTISA S: A: C.**

La empresa donde se desarrolla el presente trabajo de implementación es una compañía dedicada a la fabricación de productos de celulosa y productos tissue en Latinoamérica. Fundada en 1920 en Chile. Protisa S.A.C. es una empresa corporativa CMPC, siendo una empresa regional con más de 17 mil empleados en Chile, Brasil, Argentina, México, Perú, Colombia, Uruguay y Ecuador. Actualmente, CMPC tiene clientes en 45 países, buscando siempre construir relaciones de largo plazo con cada uno de sus públicos de interés. En el Perú al igual que en el resto del mundo el mercado ha ido en crecimiento año por año, por ello es necesario que la compañía adopte un sistema de mejora continua que le ayude a mejorar sus operaciones en sus procesos automatizados, para ser rápidos y efectivos logrando cubrir la demanda del mercado.

La implementación del SMED en las actividades de la compañía se basa en un método y conjunto de técnicas que hacen posible realizar las operaciones de cambios de útiles y preparación de máquinas en menos de diez minutos, es un sistema de mejora continua teniendo como objetivo principal mejorar la confiabilidad de los equipos presentes en el proceso mediante el involucramiento de todos sus colaboradores en la actualidad la detección del sobretiempos en los cambios de producto, paradas de máquina no programadas es debido a muchos factores tales como:

Falta de mantenimiento correctivo y preventivo, capacitaciones al personal, entre otras; el SMED busca mejorar las habilidades de sus colaboradores para que ellos se encarguen de las tareas básicas de su propia máquina; estas actividades ayudan a mejorar la disponibilidad de entregas, mantener grandes stocks reduciendo los sobretiempos en los cambios de productos, otro de los objetivos y no menos importante es la reducción de defectos en el Producto Terminado. En conjunto con la metodología de mejora TPM se encuentran los pilares MA, MP, ME, EE, MQ, SHE.

Por medio de estos se busca asegurar la disponibilidad y confiabilidad, creando equipos interdisciplinarios que ayudan con el mejoramiento de la calidad, enfocada en eliminar los factores de desgaste forzoso. El SMED debe ser reflejado gradualmente en beneficios no sólo económicos, sino también corporativos, productivo y de seguridad en el trabajo, además que de ser de gran ayuda para lo que concierne a futuras certificaciones. (Solano, 2019)

#### **4.2.2. Propuesta de mejoramiento del proceso de producción de madera plástica de la empresa Colombia Ecológica Madera Plástica.**

La empresa Madera Plástica Colombia Ecológica S.A.S dedicada a la producción de artículos de madera plástica sufrió una caída en ventas del 78,85% en el segundo trimestre del año 2013 en comparación con el trimestre inmediatamente anterior. Como primera medida se diagnostica a la empresa, aplicando herramientas de caracterización como despliegue en función de la calidad, análisis del grado de madurez y mapeo de la cadena de valor, con los cuales se obtuvieron hallazgos de necesidades del cliente, estado de la empresa para la implementación de herramientas Lean y la identificación de actividades que no agregan valor al proceso.

Posteriormente se desarrolla el análisis de estado actual y futuro por medio del mapeo de la cadena de valor, el cual arrojó como resultado un takt time de 472 segundos/pieza y un lead time con posibilidad de disminución de 14.4 a 6.47 días. Las etapas de proceso clave identificadas en ese análisis que están sujetas de mejora son Molienda, Mezclado y Extrusión. Para finalizar se realizó una valoración financiera del proyecto que soporta la herramienta propuestas a implementar, toda vez que permite verificar que la inversión es recuperada y se proyecta una tasa interna de retorno de 288.76% y un valor presente neto de \$63.850.281,20. (Tobón,V. Villegas,L., 2017)

#### **4.2.3. Propuesta de mejoras de capacidad de la producción en el área de pastelería en la organización gate gourmet Colombia.**

Analizar la utilización de los hornos en el área de panadería y pastelería en la organización Gate Gourmet Colombia, debido a la fluctuación de la demanda con las que conviven la organización, y las características de los productos se hace complejo la correcta distribución de las estaciones del trabajo repercutiendo considerablemente en los procesos nexos a estos como es el proceso de horneado. Este se desarrolló de manera progresiva empezando por la toma de tiempos y movimientos de los operarios en los diferentes turnos que se manejan dentro de la compañía, seguido de la toma de tiempo de los hornos, obteniendo información pertinente para el desarrollo de un plan de utilización de estos. Para la elaboración y el cumplimiento de los objetivos que se plantearon se utilizaron técnicas de métodos y movimientos, análisis de la capacidad y de

Producción. De esta manera se pudo obtener una serie de propuestas para la organización, con el fin de mejorar el sistema de producción con la que cuenta la compañía. (Mojica, 2018)

#### **4.2.4. Identificación y reducción de los niveles de desperdicio, desde la perspectiva de Lean Manufacturing en la empresa Flowserve Colombia S.A.S.**

Las organizaciones de hoy están en la constante necesidad de mantener bajos costes, acelerar la productividad, reducir cualquier tipo de desperdicio y sostener la competitividad (Bhuiyan, Baghel, & Wilson, 2006). Gran parte de esto puede hacerse a través de la implantación de la Mejora Continua (MC), definida como una cultura que se mantiene a largo plazo, tiene especialmente en cuenta la eliminación de cualquier tipo de desperdicio en el sistema organizacional e involucra a todo el personal mediante un trabajo participativo (Womack & Jones, 2010; Bhuiyan et al., 2006. (Ramirex, 2017)

## 5. Marco de referencia

### 5.1. Marco teórico

#### 5.1.1. Lean manufacturing.

El lean manufacturing (manufactura esbelta) es el nombre que recibe el sistema justo a tiempo (just in time) en occidente. Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendido como exceso todas aquellas actividades que no agregan valor al proceso, pero si costos y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizadas y capacitadas. (Socconini, 2019)

#### 5.1.2. Principios del lean manufacturing.

**5.1.2.1. Understanding Consumer Value.** Comprensión de lo que es valor para el cliente Hay que definir el valor siempre desde el punto de vista del cliente, y hay que tener en cuenta que los clientes quieren comprar una solución, no un producto o servicio. *(S.A, 2012)*

**5.1.2.2. Value Stream Analysis.** Estudio de todas las fases del proceso de producción, para determinar las que añaden valor y las que se deben cambiar o eliminar. *(S.A, 2012)*

**5.1.2.3. Flow.** Unificación de las fases de trabajo en un espacio único, con la idea de que todo el proceso fluya directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el cliente final. *(S.A, 2012)*

**5.1.2.4. Pull.** Fase final, en la que el producto no se termina hasta que los clientes no hacen el pedido. *(S.A, 2012)*

**5.1.2.5. Perfection.** Objetivo final, de tal manera que una vez que la empresa consigue los cuatro principios anteriores, se vuelve claro para aquellos que están involucrados que añadir más eficiencia siempre es posible. *(S.A, 2012)*

#### 5.1.3. Tipos de lean manufacturing.

Existen en la actualidad 6 tipos de lean manufacturing los cuales son:

**5.1.3.1 VSM (Value Stream Mapping).** Es una herramienta que ayuda a ver y entender el flujo de material e información de cómo se hace un producto a través del Value Stream (Son todas las actividades en un negocio que son necesarias para diseñar y producir un producto y entregarlo al cliente final). *(EOI, 2011)*

**5.1.3.2 5S.** Es la base de Lean Manufacturing y los fundamentos de un enfoque disciplinado del lugar de trabajo. 5 Pasos para poner al día el lugar de trabajo:

*5.1.3.2.1. Seiri – Clasificar.* Implica revisar todos los elementos del lugar de trabajo y quitar lo que no sea realmente necesario. *(EOI, 2011)*

*5.1.3.2.2. Seiton – Organizar.* Implica poner todos los elementos necesarios en su sitio, definidos, facilitando su localización. *(EOI, 2011)*

*5.1.3.2.3. Seiso – Limpieza.* Implica limpiar todo, mantener diariamente todo limpio, utilizar la limpieza para inspeccionar el lugar de trabajo y los equipos para encontrar posibles defectos. *(EOI, 2011)*

*5.1.3.2.4. Seiketsu – Estandarizar.* Implica crear controles visuales y pautas para mantener el lugar de trabajo organizado, ordenado y limpio. *(EOI, 2011)*

*5.1.3.2.5. Shitsuke – Disciplina.* Implica mantener una formación y disciplina para asegurar que todos y cada uno sigan las normas de 5 S. *(EOI, 2011)*

**5.1.3.3. QFD (Quality Function Deployment).** Es un método de gestión de calidad<sup>1</sup> basado en transformar las demandas del usuario en la calidad del diseño, implementar las funciones que aporten más calidad, e implementar métodos para lograr calidad del diseño en subsistemas y componentes, y en última instancia a los elementos específicos del proceso de fabricación. *(EOI, 2011)*

**5.1.3.4. TPM (mantenimiento productivo total).** PM es una metodología que asegura mejoras rápidas y continuas en la manufactura al eliminar averías en los equipos. *(EOI, 2011)*

Esta metodología la basamos en actividades de: Mantenimiento Predictivo, Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento Correctivo.

**5.1.3.5. Kanban.** Es gestionar de manera general cómo se van completando las tareas. Kanban es una palabra japonesa que significa “tarjetas visuales”, donde Kan es “visual”, y Ban corresponde a “tarjeta”. *(EOI, 2011)*

**5.1.3.6. SMED.** SMED es el acrónimo en lengua inglesa de Single Minute Exchange of Die, que en español significa “cambio de matriz en menos de 10 minutos”.

El SMED nació de la necesidad de reducir el tamaño de los lotes que pasaban por las prensas de estampación, optimizando para ello el tiempo de cambio empleado en pasar de una matriz a otra. (Progressa, 2014)

*5.1.3.6.1. Preparación previa.* Esta etapa consta de dos partes:

Investigas: Conocer el producto, la operación, la máquina, la distribución en planta (Layout), las instrucciones de la preparación existentes; Obtener datos históricos de los tiempos de preparación (estos datos sólo útiles si la situación en la que se tomaron es comparable a la de partida). Crear un equipo: Se trata de constituir un equipo, darle la formación necesaria sobre los fundamentos del SMED y darle a su vez los medios necesarios para poder realizarlo.

*5.1.3.6.2. Analizar la actividad sobre la que va a centrar el taller SMED.* Se trata de filmar en detalle todas y cada una de las actividades que se realizan durante el proceso de cambio de referencia. En el caso de que intervengan en él varias personas todas deben ser grabadas.

El inicio de la grabación se da tras el fin de fabricación de la última pieza de la referencia saliente y el final de grabación se da con el inicio de fabricación de la primera pieza OK de la referencia entrante.

Si la máquina no extrae una pieza OK se considera que seguimos dentro de la preparación y en estos casos, la comprobación de la calidad de la primera pieza fabricada puede ser considerada como la última operación de la preparación.

Una vez realizadas las grabaciones y ya en una sala, el equipo del taller SMED usa las grabaciones para detallar todas las actividades de las que consta el proceso de cambio de referencia, indicando a su vez su duración. De esta forma se obtiene el tiempo de ciclo estándar del proceso. (Progressa, 2014)

*5.1.3.6.3. Separar lo interno de lo externo.* En esta fase todos los miembros del equipo van repasando todas y cada una de las anteriores actividades para identificar aquellas que pueden ser externas.

En este punto conviene recordar lo indicado al inicio de este post. Una actividad externa es aquella que se puede realizar con la máquina en marcha y por tanto su tiempo de ejecución no afecta al tiempo de ciclo total del proceso.

De ahí la importancia de convertir cuantas más actividades se puedan del proceso de cambio de referencia en externas. (Progressa, 2014)

*5.1.3.6.4. Organizar las actividades externas.* Como las actividades externas se pueden hacer con la máquina en marcha, en esta etapa el equipo debe de hacer un ejercicio de planificación con el objeto de que todas las actividades externas estén preparadas en el momento vaya a comenzar el proceso de cambio de referencia.

El resultado de esta etapa suele ser una check-list a realizar en la zona donde se está haciendo el taller SMED. (Progressa, 2014)

*5.1.2.6.5. Convertir lo interno en externo.* Para cada una de las actividades que se han decidido convertir en externas el equipo debe definir el plan de acción a seguir para lograr esa conversión.

De esta forma para cada actividad se debe indicar que se va hacer, quien lo va hacer y cuando debe tenerlo terminado. (Progressa, 2014)

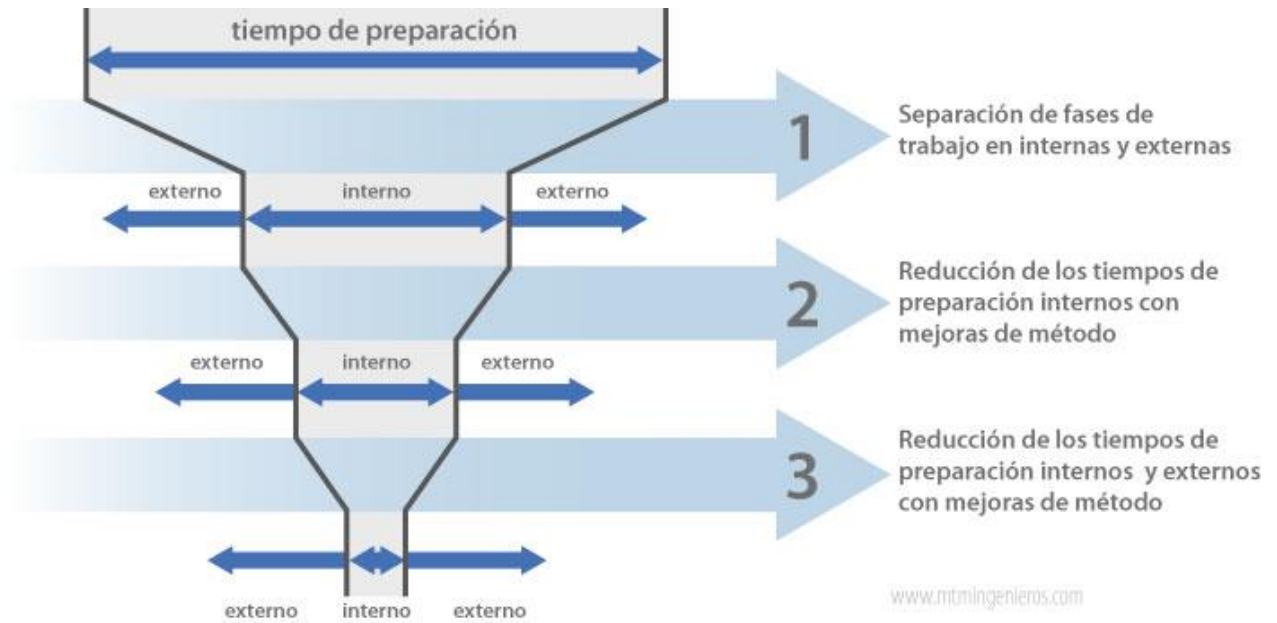
*5.1.3.6.6. Reducir los tiempos de las actividades internas.* En esta fase el equipo debe de plantear ideas de mejora para reducir los tiempos de ejecución de las actividades internas.

Una vez que se ha definido una idea de mejora y esta ha sido aceptada por todos, el equipo debe definir el plan de acción a seguir para implementar esa idea de mejora. (Progressa, 2014)

*5.1.3.6.7. Realizar el Seguimiento.* Una vez terminado el taller SMED por primera vez es vital realizar el seguimiento para ver si el nuevo estándar definido sufre desviaciones y en caso de que así sea, poder tomar acciones correctoras. (Progressa, 2014)

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. Es más fácil recordarlo en términos de la siguiente ecuación:

Tiempo de preparación = tiempo de preparación interna + tiempo de preparación externa



**Figura 6.**SMED (Progressa, 2014)



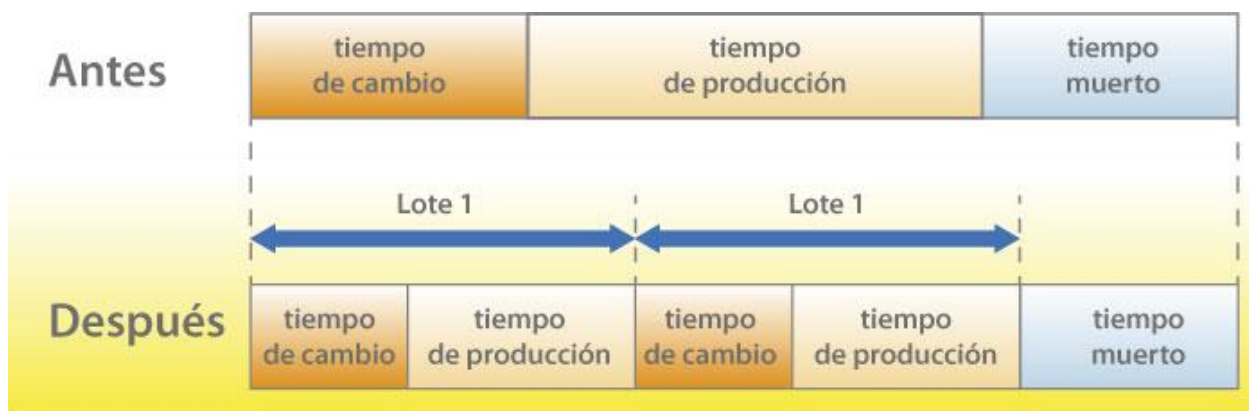
#### 5.1.4. Etapa preliminar.

Creación de un equipo multidisciplinar de mejora, haciendo intervenir dentro de lo posible, a todos los departamentos implicados. Fabricación, Mantenimiento, Métodos y tiempos, Calidad, con las personas y funciones a determinar.

Esta etapa finaliza con la creación de los distintos sistemas de control necesarios para hacer posible el seguimiento y avance del programa.

1ª Etapa. No están diferenciadas las preparaciones internas (trabajos realizados mientras la máquina está detenida) y externa (trabajos que pueden hacerse mientras la máquina está en funcionamiento); 2ª Etapa. Separación de la preparación interna y externa; 3ª Etapa. Convertir la preparación interna en externa; 4ª Etapa. Perfeccionar todos los aspectos de la operación de preparación. (MTM, 2015)

con esto sabremos que métodos debemos de tomar y como se deben utilizar a lo largo del proceso no obstante se debe tener en cuenta que esta metodología se tiene en cuenta para reducir los tiempos de stocks y mejorar el lead-time, esto no solo aplica para mejorar los tiempos, también para la distribución de la maquinaria y los tiempos de cumplimiento de los pedidos, elegimos este método ya que nos ayuda a tener todas áreas del proceso en cuenta desde que entra la materia prima hasta la salida del producto terminado, nos da una mejor perspectiva de que tiempos no se están manejando de la mejor manera y como se deben de solucionar mediante métodos de análisis ya sean cualitativos o cuantitativos esto se puede ver de mejor manera en la siguiente gráfica:



**Figura 7.** Mejora del lead-time (MTM, 2015)

Dado esto no solo se puede aplicar a este proceso de reducción de tiempos sino que tiene una gran aplicación en el área de mejora del aumento de las capacidades de producción en el mejor tiempo posible por estas razones decidimos tomar e implementar este método para así mejorar no solo los tiempos de producción sino la capacidad de producción de línea de la producción. (Shingo, 2017)

## **5.2 Marco conceptual**

Lean manufacturing es una de las metodologías para la mejora continua, cuyas aplicaciones son innovadoras en cada una de las áreas de las empresas, “El Lean Manufacturing, es un método de organización del trabajo que se centra en la continua mejora y optimización del sistema de producción mediante la eliminación de desperdicios y actividades que no suman ningún tipo de valor al proceso.” (Javier, 2016). En la figura 8 observa un plano general de cómo se desglosa cada una de las áreas de este sistema y posterior a ello daremos una breve descripción de cada uno de los términos utilizados.

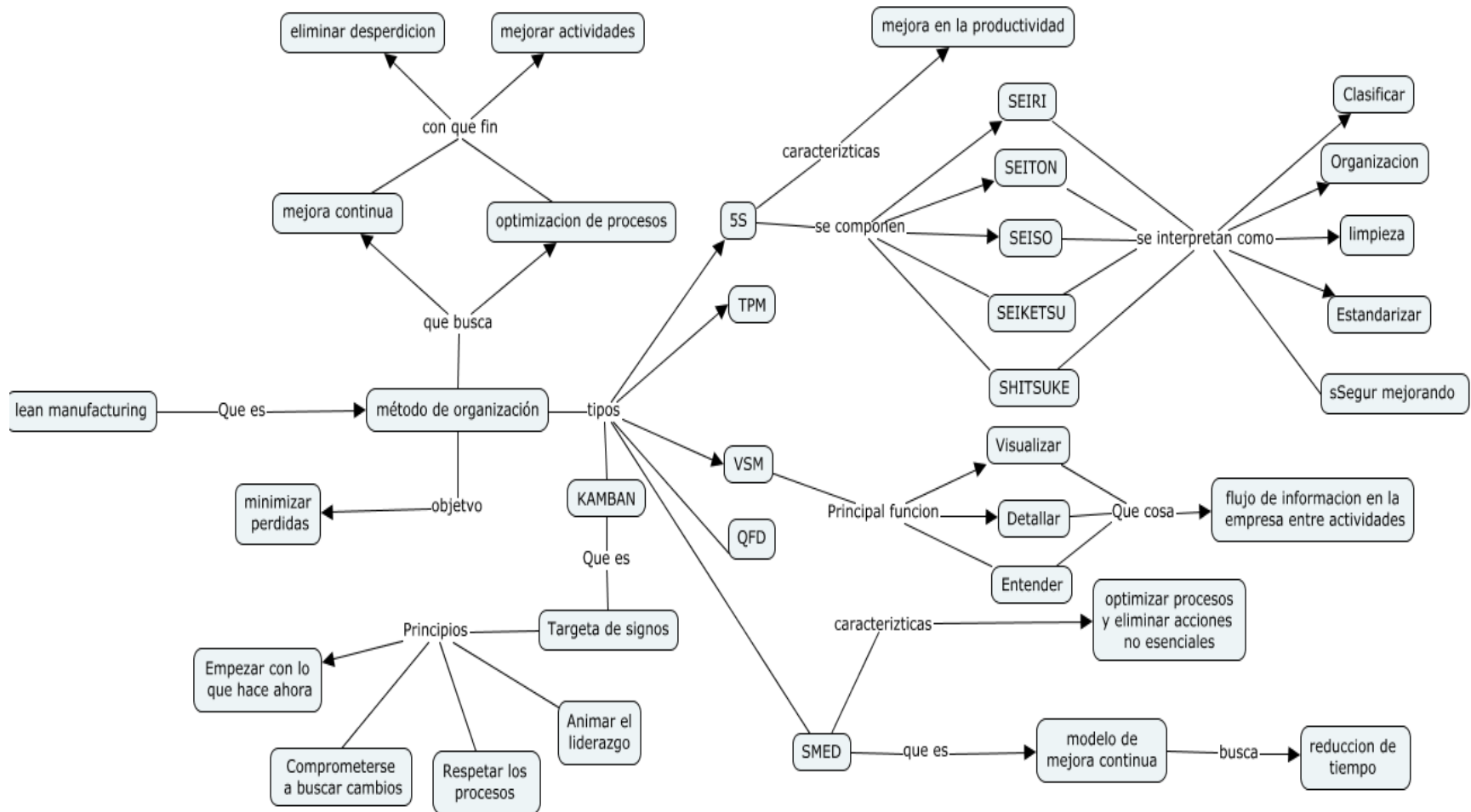


Figura 8. Marco conceptual. (Lean, 2014)

### 5.3. Marco legal

Tabla 1.

*Artículos y descripción de ellos*

<b>Artículo y decretos</b>	<b>Área</b>	<b>Descripción</b>
<b>Resolución Número 02400 de 1979 (Mayo 22).</b>	Seguridad industrial	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.
<b>Artículo 348 del Código Sustantivo del Trabajo, el Artículo 10 del Decreto No. 13 de enero 4 de 1967 y el Decreto No. 062 de enero 16 de 1976</b>	Medidas de higiene y seguridad	Todo {empleador} o empresa están obligados a suministrar y acondicionar locales y equipos de trabajo que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores; a hacer practicar los exámenes médicos a su personal y adoptar las medidas de higiene y seguridad indispensables para la protección de la vida, la salud y la moralidad de los trabajadores a su servicio; de conformidad con la reglamentación que sobre el particular establezca el Ministerio del Trabajo.
<b>Capítulo 2: artículo2 sustantivo de trabajo</b>	Obligaciones patronales	Son obligaciones del patrono proveer y mantener el medio ambiente ocupacional en adecuadas condiciones de higiene y seguridad, de acuerdo a las normas establecidas en la presente Resolución. Aplicar y mantener en forma eficiente los sistemas de control necesarios para protección de los trabajadores y de la colectividad contra los riesgos profesionales y condiciones o contaminantes ambientales originados en las operaciones y procesos de trabajo.
<b>Capítulo 3: artículo3 sustantivo de trabajo</b>	Obligaciones de los trabajadores	Utilizar y mantener adecuadamente las instalaciones de la Empresa, los elementos de trabajo, los dispositivos para control de riesgos y los equipos de protección personal que el patrono suministre, y conservar el orden y aseo en los lugares de trabajo.

<b>Artículo28</b>	Higiene	Orden, limpieza, organización de productos para su conservación
<b>Artículo29</b>	Instalaciones	Todos los sitios de trabajo, pasadizos, bodegas y servicios sanitarios deberán mantenerse en buenas condiciones de higiene y limpieza.
<b>Artículo31</b>	Sala de trabajo	El piso de las salas de trabajo se mantendrá limpio y seco.
<b>Artículo33</b>	Limpieza	. La limpieza de las salas de trabajo se efectuará siempre que sea posible
<b>Artículo34</b>	Almacenamiento	Se evitará la acumulación de materias susceptibles de descomposición
<b>Artículo38</b>	Residuos o desechos	Todos los desperdicios y basuras se deberán recolectar en recipientes que permanezcan tapados, se evitará la recolección o acumulación
<b>Artículo39</b>	Residuos o desechos	La evacuación y eliminación de estos residuos se efectuará por procedimientos adecuados y previo tratamiento
<b>Artículo45</b>	Residuos o desechos	Los residuos producidos en los sitios de trabajo deberán removerse, en lo posible, cuando no haya personal laborando
<b>Artículo230</b>	Calzado y overoles	Todo empleado con menos de dos salarios mínimos vigentes tiene derecho a vestimenta para ejercer sus actividades con normalidad cada 4 meses
<b>Artículo90</b>	Protección al trabajador	El trabajador goza de toda protección que necesite para su desempeño en la producción
<b>Resolución 666</b>	Protección al trabajador	Protocolo general para la implementación de bioseguridad para mitigar, controlar y realizar en adecuado control de pandemia.

Nota: La información previamente mencionada se extrajo del código sustantivo de trabajo y de la constitución política (trabajo, 2011) (leyes.co, 2020)

## 6. Marco metodológico

### 6.1. Tipo de estudio

Se realiza un estudio tipo mixto teniendo en cuenta las medidas de tiempos, posiciones y gráficos, con el fin de abordar a una solución específica sobre el tema y las soluciones posibles, al mismo tiempo realizaremos un análisis exploratorio, esto en el fin de garantizar una penetración en el tema de mayor magnitud y las propuestas correspondientes en ella misma. (E, 2005)

### 6.2. Área de estudio

Estudiaremos el área de producción desde el momento del ingreso de la materia prima hasta su transformación esto lleva incluido el área de tiempos muertos y la distribución del personal con esto se fundamenta el uso de herramientas de lean manufacturing para así realizar el uso adecuado de esta herramienta y todos los procesos que este lleva así se observa con claridad la solución a proponer a la empresa.

### 6.3. Elaboración de información

Se realiza una conciliación con la empresa para poder acceder a la información preliminar de estos procesos para saber el estado actual y sus mejoras.

### 6.4. Universo y muestra

Se realiza la toma de un video de la producción en general, un análisis de tiempo de cada uno de los procesos, distribuciones de tiempos muertos y la movilidad del personal por la planta de producción.

Tabla 2.

*Decisión de variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Escala</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Forma de identificación de datos</b>
<b>Tiempo de alistamiento de la producción</b>	Tiempo que se demora el producto en la línea de ensamblaje	Escalar y nominal	Independiente	Minutos – segundo 2'3"
<b>Movimiento de los operarios en la línea</b>	Recorridos de los operadores en la línea.	Escalar	Independiente	Distancia metros
<b>Tiempos de recorridos de cada operario</b>	Tiempo que se demoran los operarios en recorrer desde sus puestas hasta.	Escalar	Independiente	Minutos – segundo 2'3"

<b>Tiempos del setup x operario</b>	Tiempo preparación de los operarios para realizar las tareas	Escalar	Dependiente	Minutos – segundo 2'3"
<b>Procesos x operarios</b>	Tiempos de relación que cada operación tiene entre sí con la siguiente.	Nominal	Dependiente	Numero de interacción
<b>Tiempos de setup x actividades</b>	Tiempo de los procesos que le toma a cada empleado de la empresa realizar sus actividades	Escalar	Dependiente	Minutos – segundo 2'3"
<b>Procesos x maquinaria</b>	Números de procesos que realiza cada máquina.	Nominal	Dependiente	Actividad diaria de las máquinas
<b>Capacidad de los operarios</b>	Analizar si los operarios están capacitados para la realización de las actividades	Espacial	Independiente	Cursos o verificación de los operarios para realizar las labores asignada s(encuestas)

Nota: Autoría propia

## 6.5. Métodos e instrumentos de recolección de datos

### 6.5.1. Toma de tiempos.

- Se utiliza un cronometro para conocer cuánto se demora un producto en salir de la línea de ensamblaje.
- Se utiliza un cronometro para conocer el tiempo del desplazamiento en la zona de producción de cada operario.
- Se realiza una encuesta para conocer el nivel de preparación de cada uno de los operarios o en su mayoría.

### **6.5.2. Recolección de datos.**

- Se realiza tablas de datos de Excel con el fin de generar un modelo de comparación con justo desempeño.
- Se ejecuta un diagrama de movimiento de los operarios por sector de operación dentro del proceso productivo.
- Se efectúa una tabla con el fin de saber los registros de los problemas presentados dicha tabla se muestran en el anexo 1.
- Se lleva a cabo una tabulación de cada una de las variables las tablas para dicha tabulación se encuentran en los anexos 2, 3, 4, 5.

### **6.6. Plan de tabulación y análisis**

Se toma la herramienta Excel para tomar e ingresar los datos y así poder hacer su respectivo análisis con tablas de flujo y dinámicas de producción para la intervención adecuada del sistema de herramientas seleccionadas del lean manufacturing.

### **6.7. Procedimientos**

- Se toman los tiempos de entrada hasta la salida de la línea de producción
- Se toman los tiempos de operaciones de cada uno de los operarios y los tiempos de ocio.
- Se realiza la toma de movimiento y recorrido de cada uno de los operarios.
- Se ingresan los datos obtenidos en una página de Excel en distintas hojas con el fin de saber qué proceso de rectificación se debe de tener en cuenta para su elaboración.
- Se analizan los datos con tablas dinámicas para saber que distribución se debe escoger.



## **7. Resultados de la investigación**

### **7.1. Diagnóstico de la situación actual del proceso productivo**

Para el desarrollo adecuado del proyecto en la búsqueda de identificar la mejor propuesta posible, es necesario comprender e identificar los procesos que estén dentro del sistema, junto con sus actividades (internas y externas), etapas y materiales de apoyo que componen la elaboración del proceso productivo de albóndigas en una empresa cárnica en la ciudad de Bogotá, esto nos permite visualizar por completo la situación actual de la empresa la cual es referenciada en el trayecto de este capítulo, esta nos lleva a la identificación del problema planteado y cuáles son las alternativas que nos den la solución de esta, mediante la propuesta de implementación de algunas de las herramientas del lean manufacturing, las cuales viendo el entorno de la organización se procede a usar las siguientes para su análisis 5`S, VSM, SMED. TPM, KANBAN, KAIZEN, JIT, PRODUCCIÓN NIVELADA y POKA YOKE.

#### **7.1.1 Método de evaluación.**

Es un método de auditoria para cada una de las herramientas utilizadas en el estudio realizado para el proceso de elaboración de albóndigas en una empresa de productos cárnicos de la ciudad de Bogotá. La evaluación se lleva a cabo en una escala de 1 a 5, buscando evidencias de las condiciones que se alistan para cada uno de los puntos. La tabla 3 nos sirve como guía para interpretar la escala de la puntuación realizada en el diagnóstico de las herramientas de lean manufacturing. Se conseguirá la totalidad de puntos en la medida se vayan cumpliendo las condiciones.

Tabla 3.

*Puntuación Lean*

Puntuación	Análisis de puntuación
1	Mínimo compromiso Lean.
2	Empezando el viaje Lean. Son visibles áreas de mejora.
3	Amplio despliegue. El cambio empieza a ser visible en toda la planta/departamento.
4	Los resultados se están llevando a cabo en todos los niveles. Lean se está convirtiendo ahora en una
5	Se ha conseguido el nivel de excelencia en Lean.

Nota: tomado del segmento de lean (Pose, 2015)

### **7.1.2 Condiciones establecidas para cada herramienta.**

#### **7.1.2.1 VSM.**

Para evaluar el estado, se puntúa de 1 a 5 según vayan cumpliendo las condiciones especificadas.

Tabla 4.

## Resumen VSM

Herramienta Lean	Valor	Condiciones
VSM	<b>1 Punto</b>	VSM global ha sido desarrollado.
	<b>2 Puntos</b>	Al menos un Mapa Estado Actual y un Mapa Estado Futuro han sido creados.
	<b>3 Puntos</b>	Todos los mapas tienen planes de acción asociados y están visibles.
		Indicadores para medir el progreso han sido definidos y están siendo usados. Al menos la implementación del plan de acciones de un estado futuro se ha finalizado y se ha convertido en el estado actual.
	<b>4 Puntos</b>	Todas las familias de producto/líneas de producto y procesos de negocio claves han sido identificados.
		Al menos 3 Mapas Actuales y Mapas Futuros se han desarrollado y desplegado con el objetivo del área.
		Todas las familias de producto/líneas de producto estratégicamente importantes y los procesos de negocio clave, tienen definido un MEA y un MEF usando los iconos estándar y símbolos de forma consistente de mapa a mapa. Todas las familias de producto/líneas de producto estratégicamente importantes y los procesos de negocio clave tienen documentados planes de acción con medibles objetivo para el estado futuro del VSM.
	<b>5 Puntos</b>	Todas las familias de producto/líneas de producto estratégicamente importantes y los procesos de negocio clave identificados como un foco de mejora y que estén dentro de los objetivos de lean de la planta, tienen un mapa futuro de VSM completado.
		Se han definido nuevos MEF y planes de acción para todas las familias de producto/líneas de producto/procesos de negocio claves que son identificadas como áreas de negocio clave.
		Se utiliza un proceso sistemático para mejorar el sistema actual de identificación de familias de producto/líneas de producto/procesos de negocio claves y para dibujar los estados actuales y futuros.

Nota: Tomada del segmento de lean (Socconini, 2019)

### 7.1.2.2 5'S.

Para evaluar el estado, se puntúa de 1 a 5 según vayan cumpliendo las condiciones especificadas.

Tabla 5.

#### Resumen 5'S

Herramienta Lean	Valor	Condiciones
5S	<b>1 Punto</b>	El programa de 5S ha comenzado con un plan de acción documentado.
	<b>2 Puntos</b>	Las 5s se han completado al menos en una de las áreas de la instalación del programa/departamento seleccionado y existen evidencias que lo demuestren.
		Se ha desplegado un proceso documentado para definición e identificación de artículos no necesarios y se ha definido ubicación para todos ellos.
		La zona de materiales, áreas comunes y zonas de seguridad han sido marcadas.
		Tableros visuales están en uso y estandarizados en todo el área o departamento seleccionado.
	<b>3 Puntos</b>	Se ha completado el despliegue sistemático para la limpieza del área seleccionada.
		Procedimientos documentos sobre limpieza y checklist que conviertan la inspección en una parte de la operación diaria, son implementados y están disponibles en las áreas.
		Tableros visuales se mantienen de forma apropiada y metódica.
		Procedimientos y formularios que ayudan a la estandarización de las 3s primeras y auditorias regulares, han sido creados e implementados.
	<b>4 Puntos</b>	Las 5s han sido completados en al menos el 50% y hay evidencias que lo soporten.
		Se ha desplegado un proceso documentado para definición e identificación de artículos no necesarios y se ha definido ubicación para todos ellos en el 50% del área.
		La zona de materiales, áreas comunes y zonas de seguridad han sido marcadas.
Tableros visuales están en uso y estandarizados en el 50%.		
<b>5 Puntos</b>	Se ha completado el despliegue sistemático para la limpieza del área seleccionada.	
	Procedimientos documentos sobre limpieza y checklist que conviertan la inspección en una parte de la operación diaria, son implementados y están disponibles en las áreas.	
	Tableros visuales se mantienen de forma apropiada y metódica.	
	Procedimientos y formularios que ayudan a la estandarización de las 3s primeras y auditorias regulares, han sido creados e implementados.	

<b>4 Puntos</b>	Las 5s han sido completados en el 100% del área del programa seleccionado o el 75% del departamento y hay evidencias que lo soporten.
	Se ha desplegado un proceso documentado para definición e identificación de artículos no necesarios y se ha definido ubicación para todos ellos en el 100% del área del programa seleccionado o el 75% del departamento seleccionado.
	La zona de materiales, áreas comunes y zonas de seguridad han sido marcadas. Tableros visuales están en uso y estandarizados en el 100% del área del programa seleccionado o el 75% del departamento seleccionado.
	Se ha completado el despliegue sistemático para la limpieza del área seleccionada.
	Procedimientos documentos sobre limpieza y checklist que conviertan la inspección en una parte de la operación diaria, son implementados y están disponibles en las áreas.
	Tableros visuales se mantienen de forma apropiada y metódica.
	Procedimientos y formularios que ayudan a las auditorias regulares del estatus de las 3s primeras y auditorias regulares, han sido creados e implementados.
<b>5 Puntos</b>	La implementación de las 5S ha sido completado en toda la planta/departamento y hay evidencias que lo soporten.
	La dirección garantiza que las actividades de 5S son un hábito para todos y que se consiguen los estándares, a través de la involucración personal y las evaluaciones.
	Los estándares de 5S son una parte del trabajo diario y están vinculados a otras iniciativas relevantes (p.e. otras herramientas de Lean, seguridad, etc).
	Existe un proceso sistemático para de forma continua evaluar y mejorar estos estándares.

Nota: Tomada del segmento de lean (Pose, 2015)

### 7.1.2.3 TPM.

Para evaluar el estado, se puntúa de 1 a 5 según vayan cumpliendo las condiciones especificadas.

Tabla 6.

#### Resumen TPM

Herramienta Lean	Valor	Condiciones
TPM	<b>1 Punto</b>	El mantenimiento rutinario se lleva a cabo regularmente y se realiza de alguna manera mantenimiento preventivo.
	<b>2 Puntos</b>	Un programa sistemático de mantenimiento autónomo se está planificando enfocándose en el equipamiento crítico del programa seleccionado.
		Se ha definido un mantenimiento preventivo tradicional. OEE está siendo implementado y se ha establecido un objetivo para el equipamiento crítico.
	<b>3 Puntos</b>	La limpieza e inspección ha sido completada en todo el equipamiento crítico.
		La mayoría de las causas de contaminación y áreas inaccesibles se han eliminado en los equipos críticos del programa seleccionado.
		Limpieza y estándares de inspección autónomos, han sido desplegados para el equipamiento crítico del programa seleccionado y se ha formado a los trabajadores.
		Se ha puesto un sistema para asegurar que todas las tareas del mantenimiento preventivo se han completado de forma apropiada. Tendencias de mejora en el OEE son evidentes para el equipamiento crítico.
	<b>4 Puntos</b>	La limpieza e inspección ha sido completada y se han eliminado todas las causas de contaminación en todo el equipamiento crítico y no crítico del programa seleccionado.
		Limpieza y estándares de inspección autónomos, han sido desplegados para el equipamiento crítico y no crítico del programa seleccionado y se ha formado a los trabajadores.
		Auditorias regulares de todo el equipamiento crítico y no crítico del programa seleccionado se están llevando a cabo para el despliegue de la autonomía de los operarios y los programas preventivos.
		Todo el equipamiento crítico del programa seleccionado identificado en los mapas de valor, mantiene niveles de OEE por encima de los objetivos definidos.
	<b>5 Puntos</b>	El TPM ha sido desplegado en todos los equipamientos críticos y no críticos de toda la planta.
		OEE es usado para el seguimiento del equipo de producción, y los resultados se mantienen de forma consistente a niveles óptimos para el equipamiento crítico y no crítico.
		Herramientas de seguimiento avanzadas se aplican para el mantenimiento predictivo.
		Existe un proceso sistemático para evaluar y mejorar los esfuerzos del TPM. El equipamiento continuamente supera los objetivos definidos respecto al OEE. Los principios son aplicados durante la selección, diseño o adquisición de equipamiento nuevo .

Nota: tomado del segmento de lean (Pose, 2015)

### 7.1.2.4 SMED.

Para evaluar el estado, se puntúa de 1 a 5 según vayan cumpliendo las condiciones especificadas.

Tabla 7.

#### Resumen SMED

Herramienta Lean	Valor	Condiciones
SMED	1 Punto	Se han identificado las instalaciones/máquinas/ herramientas con tiempos de cambio en el programa seleccionado.
	2 Puntos	Algunos cambios son evaluados, algunas actividades son estandarizadas, y la documentación y estandarización son respetadas en el programa seleccionado.
		Existe un indicador definido para medir el tiempo de cambio para el equipamiento crítico que ha salido del VSM.
	3 Puntos	Todas las actividades relativas a cambios en instalaciones/máquinas/herramientas, son estandarizadas y documentadas, y se siguen los estándares para el equipamiento crítico del programa seleccionado.
		Todas las actividades de los cambios en máquinas para el equipamiento crítico, son evaluadas sistemáticamente y se ha intentado pasar actividades Internas a Externas.
Se ha intentado reducir el tiempo de las operaciones Internas, donde la máquina está parada.		
4 Puntos	Todas las actividades relativas a cambios en instalaciones/máquinas/herramientas son estandarizadas y documentadas para el equipamiento crítico de toda la planta, y todos los operarios siguen los estándares.	
	Las actividades relativas a cambios en máquinas son evaluadas de forma sistemática para el equipamiento crítico y todas las actividades Internas identificadas para pasar a actividades Externas, se han sacado de los tiempos de parada, obteniendo una reducción del Lead Time y del inventario, y aportando gran flexibilidad.	
	Todas las actividades Internas que permanezcan, deben ser optimizadas continuamente.	
	Se realizan esfuerzos para optimizar las actividades Externas, obteniendo resultados de mejora.	
5 Puntos	Todas las actividades relativas a cambios en instalaciones/máquinas/herramientas son estandarizadas y documentadas para el equipamiento crítico y no crítico de toda la planta, y todos los operarios siguen los estándares.	
	Los estándares relativos a los cambios en máquinas, son desplegados en toda la planta y usados por todos los operarios. Las actividades Internas y Externas son optimizadas continuamente para todos los equipos.	
		Existe un proceso de mejora continua sistemático, que ayuda a reducir de forma progresiva los tiempos de cambio.

Nota: tomada del segmento de lean (Pose, 2015)

### 7.1.2.5 POKA YOKE.

Para evaluar el estado, se puntúa de 1 a 5 según vayan cumpliendo las condiciones especificadas.

Tabla 8.

#### Resumen POKA YOKE

Herramienta Lean	Valor	Condiciones
POKA YOKE	1 Punto	<p>Inspección o comprobaciones son realizadas para identificar algunos de los defectos o errores potenciales en el producto/ proceso seleccionado.</p> <p>Se realiza frecuentemente análisis de las causas raíces de los defectos.</p>
	2 Puntos	<p>Está siendo desplegado un enfoque sistemático para identificar los defectos o errores potenciales que afectan a los clientes externos en el programa/ proceso seleccionado.</p> <p>Las causas para varios de los defectos o errores identificados son eliminadas, prevenidas o detectadas y contenidas en donde se producen.</p>
	3 Puntos	<p>Se ha desplegado un enfoque sistemático para identificar los defectos o errores potenciales que afectan a clientes externos, y algunos de los defectos que afectan a clientes internos en el programa/proceso seleccionado.</p> <p>La mayoría de las causas identificadas de posibles defectos o errores que afectan a los clientes externos han sido eliminadas, prevenidas o detectadas, y contenidas en donde se producen, hasta conseguir al menos un 3.5 Sigma (97.7%) en el producto enviado al cliente.</p>
	4 Puntos	<p>Se ha desplegado un enfoque sistemático para identificar los defectos o errores potenciales para todos los clientes externos e internos en el programa/proceso seleccionado.</p> <p>La mayoría de las causas de defectos o errores potenciales que afectan tanto a clientes externos como internos han sido eliminadas, prevenidas, detectadas o contenidas donde se producen, con al menos un 4.0 Sigma (99.37%) para el producto entregado al cliente en el programa/proceso seleccionado.</p>
	5 Puntos	<p>La mayoría de las causas de defectos o errores potenciales que afectan tanto a clientes externos como internos han sido eliminadas, prevenidas, detectadas o contenidas donde se producen, con al menos un 5.0 Sigma. (99.97%) para el producto entregado al cliente en todos los productos/ proceso de una planta o área de gestión.</p> <p>Los sistemas antierror son activamente implementados durante el desarrollo del producto y los procesos.</p> <p>Existe un proceso sistemático para evaluar y mejorar los medios de identificación del error y los métodos de Sistemas Antierror son aplicados.</p>

Nota: tomada del segmento de lean (Pose, 2015)

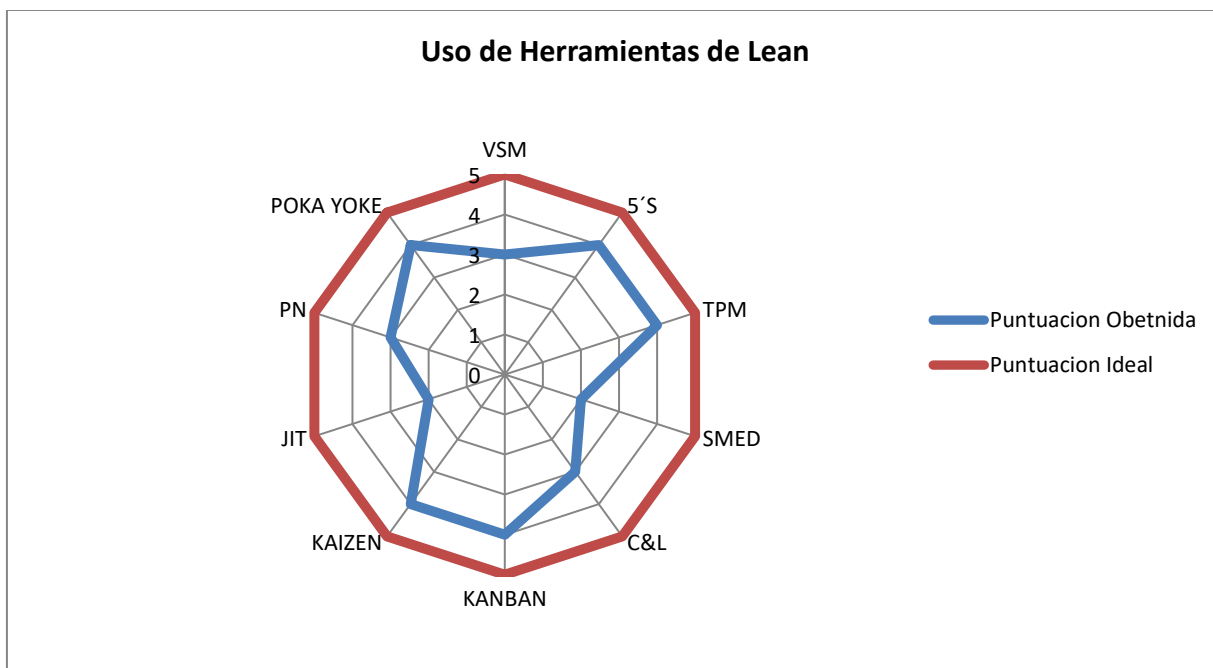


Tabla 9.

*Puntuación de los requerimientos de las herramientas del lean manufacturing*

Herramientas	Puntuación Obtenida	Puntaje ideal
VSM	3	5
5'S	4	5
TPM	4	5
SMED	2	5
C&L	3	5
KANBAN	4	5
KAIZEN	4	5
JIT	2	5
PN	3	5
POKA YOKE	4	5
TOTAL	33	
MEDIA	3,5	

Nota: Información tomada directamente de la empresa



**Figura 9.** Uso de las herramientas del Lean. Autoría propia.

En la figura 9 se evidencia cada una de las herramientas evaluadas junto con su puntuación dependiendo del grado de uso de ellas en el sistema, se evidencia que las herramientas menos utilizadas en el sistema o con menos tasa de efectividad durante el sistema de producción son MED, TPM, JIT, PN las cuales se encuentran en un nivel de aceptación inferior a 5 puntos, en la tabla 9, se evidencian la puntuación de cada una de estas herramientas con el fin de facilitar su identificación.

### 7.1.3. Análisis de resultados

Una vez finalizada la evaluación a cada una de las herramientas de Lean, se realiza una sumatoria de todas las puntuaciones obtenida y la media de ésta para establecer en qué nivel de la tabla de evaluación de lean se encuentra el proceso observado.

Con esto se tiene un modo de vista más realista de la situación en la que la empresa se encuentra, volviendo a estudiar nuevas acciones y propuestas que mejoren aún más la situación actual del proceso.

Tabla 10.

*Análisis de puntuación.*

Puntuación	Análisis de puntuación
1	Mínimo compromiso Lean.
2	Empezando el viaje Lean. Son visibles áreas de mejora.
3	Amplio despliegue. El cambio empieza a ser visible en toda la planta/departamento.
4	Los resultados se están llevando a cabo en todos los niveles. Lean se está convirtiendo ahora en una
5	Se ha conseguido el nivel de excelencia en Lean.

Nota: Autoría propia.

El diagnóstico lean que se realiza en cada una las etapas del sistema productivo ayuda a realizar un análisis preliminar del estado actual en la empresa, se evidencia que uno de sus fuertes es la herramienta KAIZEN (mejora continua), junto con las herramientas de 5S y PY (Poka Yoke), sin embargo, se evidencia que la aplicación de la herramienta SMED no tiene un

gran desempeño dentro de la organización por lo cual es una de las esperadas en el sistema dado que no solo mejora constantemente sino que da una relevancia mayor en el sistema, otra de las actividades con mejor puntuación ha sido la del TPM pero a su vez se identifican falencias en algunas de sus áreas como lo son el JIT y el PN, esto da una imagen del inadecuado manejo de algunos de los recursos del proceso, en cuanto algunas herramientas que se esperan mejor se ven incluidas con mayor nivel de urgencia el JIT(justo a tiempo) y el PN (Producción nivelada), en el anexo (tabla 14) Hallazgos de cada herramienta de estudio a consideración, se evidencian los hallazgos de cada una de las herramientas estudiadas para este diagnóstico. Adicionalmente da las pautas para la elección de las herramientas a tener en cuenta para su posible implementación, tomando como base las herramientas SMED, TPM, POKA YOKE, 5´S para su estudio dentro del sistema y la posible mejora dentro del mismo.

## **7.2. Identificación de las etapas de producción en el sistema**

Las etapas productivas dentro del sistema son una primera etapa que se encarga del manejo el producto por primera vez, es decir dentro de cada actividad del proceso siempre tiene que repetirse dos veces por ende se generan dichas dos etapas, la primero como base de la segunda.

En el sistema productivo de la elaboración del empaque de las albóndigas se evidencia y se identifican dos etapas de producción las cuentan con actividades tanto internas como externas en cada proceso así mismo cada uno de los pasos o actividades de cada etapa.

### **7.2.1 Etapa 1.**

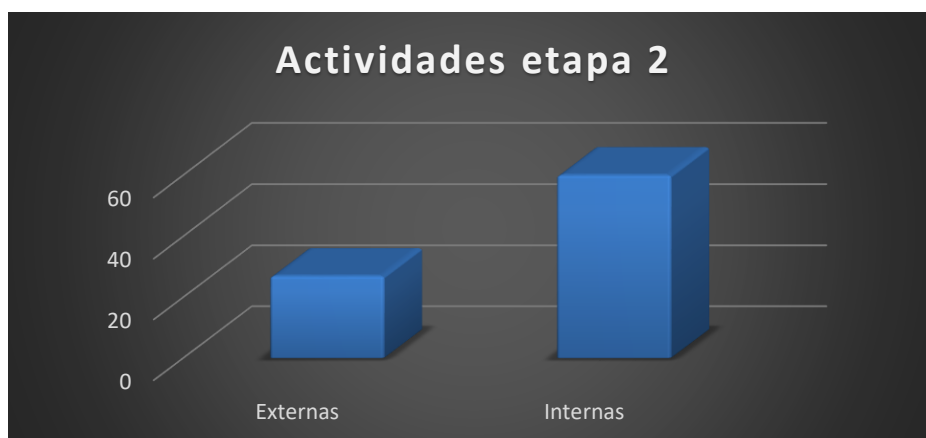
En la etapa 1 se identifica como etapa de Multivac la existencia de un total de 97 actividades dentro de todo el proceso de elaboración de los empaques de las cuales 5 son internas y 92 son externas como se evidencia en la figura 10 y dan un panorama de cómo está el sistema de producción con esta cantidad alta de procesos.



**Figura 10.** Actividades etapa 1. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.

### 7.2.2. Etapa 2.

En la segunda etapa se identificaron como la etapa de dosificación con total de 87 actividades entre internas y externas las cuales hacen referencia a la segunda colocación de refuerzo de los empaques, en la figura 11 se evidencian las actividades internas como las externas de esta etapa.

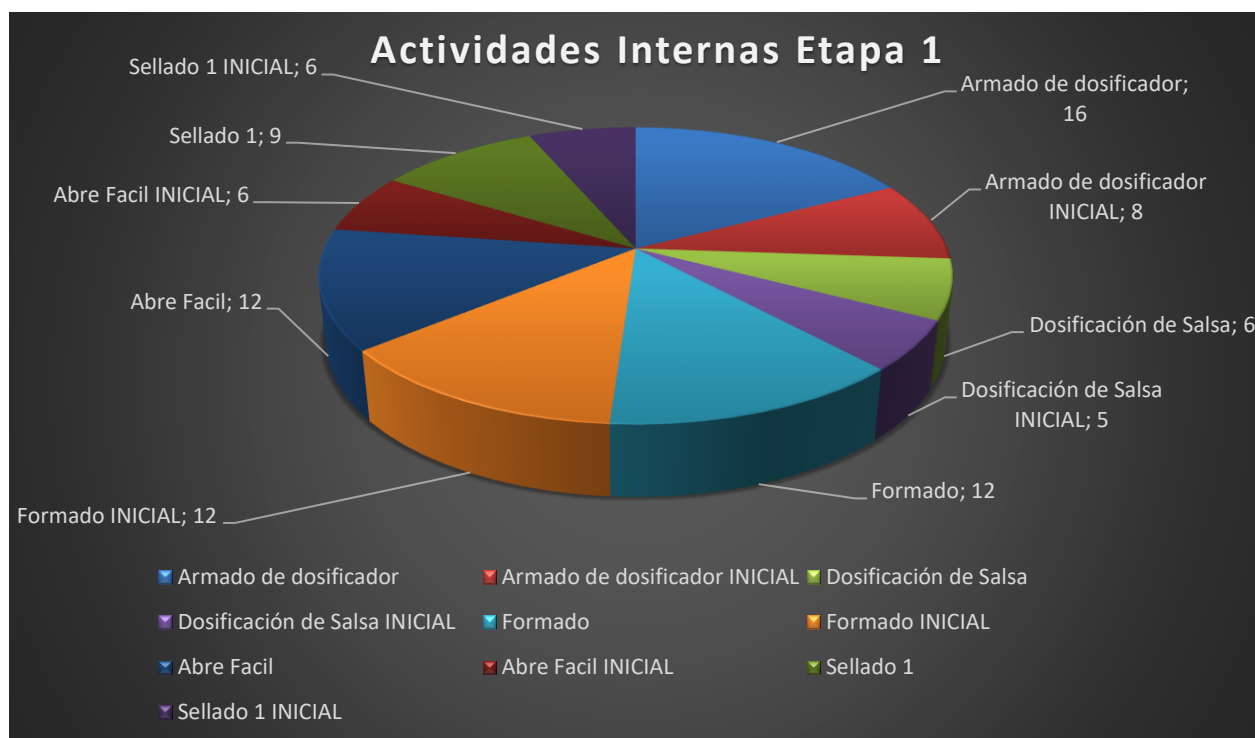


**Figura 11.** Actividades etapa 2. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.

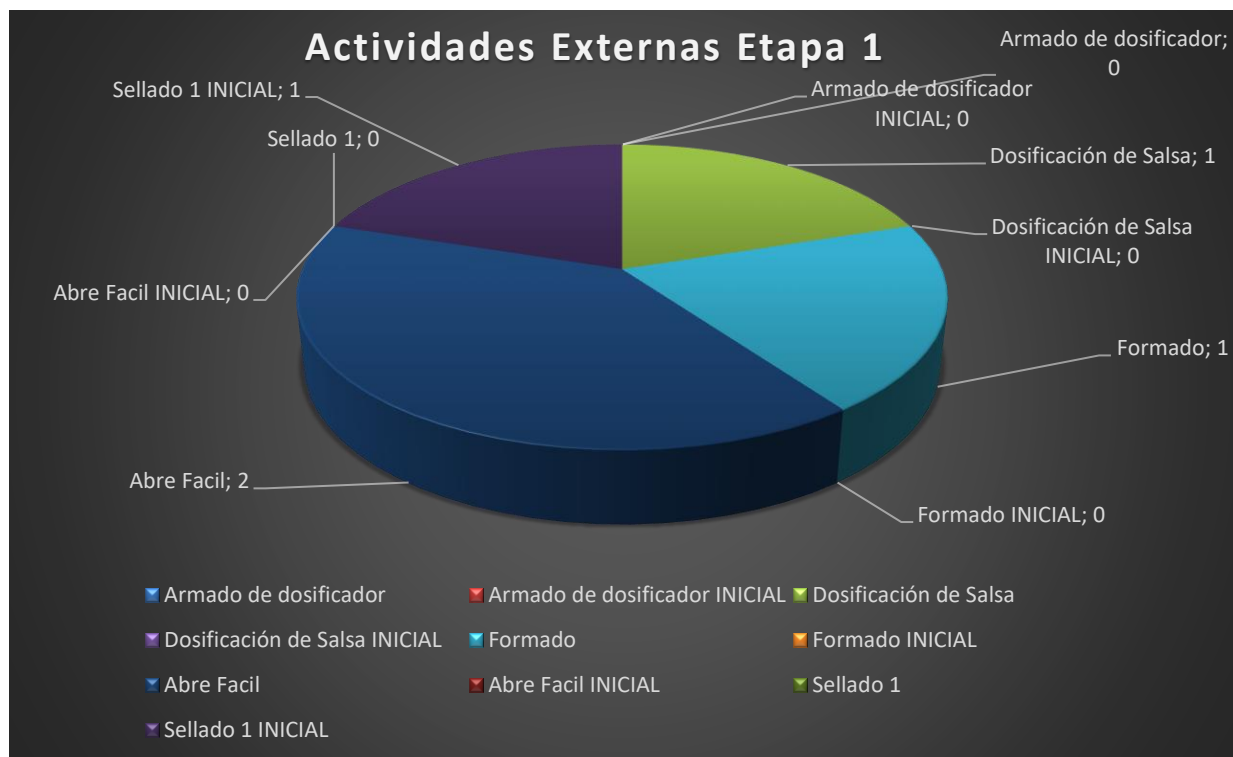
### 7.2.3. Identificación de las actividades internas y externas.

Las actividades internas son aquellas que las realiza dentro de la misma línea de producción de empaques y externas son aquellas actividades que se realizan dentro de la fábrica, pero en otro proceso productivo.

En la investigación de la empresa para la identificación de las actividades tanto internas como externas se evidencia que tanto la etapa uno como la etapa dos del proceso productivo del sistema son muy elevadas las cuales generar un mayor índice de representación de tiempos dentro del proceso como se evidencia en figura 12 y 13 la cual da una imagen de las actividades internas y externas de la etapa uno así como la definición de lo que se hace referencia cada actividad, en la figura 14 y 15 se evidencian las actividades internas y externas de la etapa 2.



**Figura 12.** Actividades internas etapa 1. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.



**Figura 13.** Actividades externas etapa 1. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.



**Figura 14.** Actividades internas etapa 2. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.



**Figura 15.** Actividades externas etapa 2. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.

#### 7.2.4. Tiempos de producción.

Dentro del proceso productivo se identifican el tiempo que toman la elaboración de las actividades y por etapas, así como los tiempos de inactividad totales de todo el proceso la cual corresponde al 64% de actividad y un 36 % de inactividad, estos tiempos se toman como generales del sistema haciendo la suma tanto de etapa 1 como de la etapa 2 y la también la suma de las actividades internas como externas, en la figura 16 se muestran estos tiempos de cada actividad. Los datos en relación fueron tomados estudiando y observando cada una de las actividades con un registro en los setup para así hallar y mostrar los tiempos totales ( algunos fueron brindados por la empresa y otro por nosotros mismos).



**Figura 16.** Tiempo de etapas de producción (minutos) (Área productiva). Autoría propia, con datos tomados de la empresa.

#### 7.2.5. Anormalidades en el proceso.

Dentro del sistema productivo se identifican algunas de las dificultades o anormalidades que tiene el sistema como se muestra en la tabla 11 las cuales afectan todo el sistema generando mayor número de actividades en el mismo.



Tabla 11.

*Anormalidades del sistema en cuanto las dos etapas*

<b>Multivac</b>		<b>Dosificador</b>	
Anormalidad		Anormalidad	
<b>1</b>	Dificultad en el sistema de corte abre fácil	<b>1</b>	No hay un lugar definido para ubicar los elementos del dosificador
<b>2</b>	Dificultad en el ingreso de la película inferior a las cadenas de las multivac	<b>2</b>	Identificación de las mangueras no estaban marcadas
<b>3</b>	Dificultad por la película, ya que arrastra las calzas por el pegante que trae en la unión	<b>3</b>	No se puede realizar el alistamiento del dosificar hasta no finalizar producción de hamburguesas
<b>4</b>	Ajuste del sistema de corte longitudinales, hay dificultad en el alistamiento (defecto de punta en el paquete)	<b>4</b>	Dificultad para realizar el montaje de las mangueras por la guarda de protección.
<b>5</b>	Molde formado se encuentra desalineado con el sistema de abre fácil	<b>5</b>	Se dificultaba Traslado del dosificar y conexión de servicios, porque el dosificador era independiente de la multivac
<b>6</b>	Daño en la plancha del pistón de formado para la referencia 170g	<b>6</b>	Se dificulta la cargue de la salsa, para el dosificador.
<b>7</b>	Dificultad en el transporte de todos los moldes	<b>7</b>	Dificultad en la apertura de la bolsa, para dosificar la salsa.
<b>8</b>	Demora en la instalación de rollo de película inferior	<b>8</b>	Dificultad para el traslado de los elementos del dosificador
<b>9</b>	Riesgo de seguridad por cambio de mandril en abre fácil	<b>9</b>	Sistema de conexión de servicios, no tenida un lugar adecuado para colocarlo.
<b>10</b>	El empaque del Skin se suelta	<b>10</b>	Demora en el traslado de salsa desde la cava hasta el dosificador
<b>11</b>	Guías no están identificadas y no se sabía dónde colocarlas	<b>11</b>	El punto neumático para la desinfección de la salsa está demasiado retirado.
<b>12</b>	No estaban clasificados los elementos por referencia		
<b>13</b>	No hay mesa para organizar los elementos de hamburguesas		
<b>14</b>	Riesgos ergonómico (por sobreesfuerzo) transporte de sistema de corte		

15	Falta Herramienta adecuada para retirar y ajustar sistema de corte
16	Buje de soportes de guía del babero, esta sueltas

Nota: Autoría propia.

A través de la herramienta de Lean Manufacturing conocida con VSM se pretende identificar cuáles son las actividades que no le generar valor o generan desperdicios en el sistema productivo en su estado actual dando así una oportunidad de proponer mejoras en el sistema.

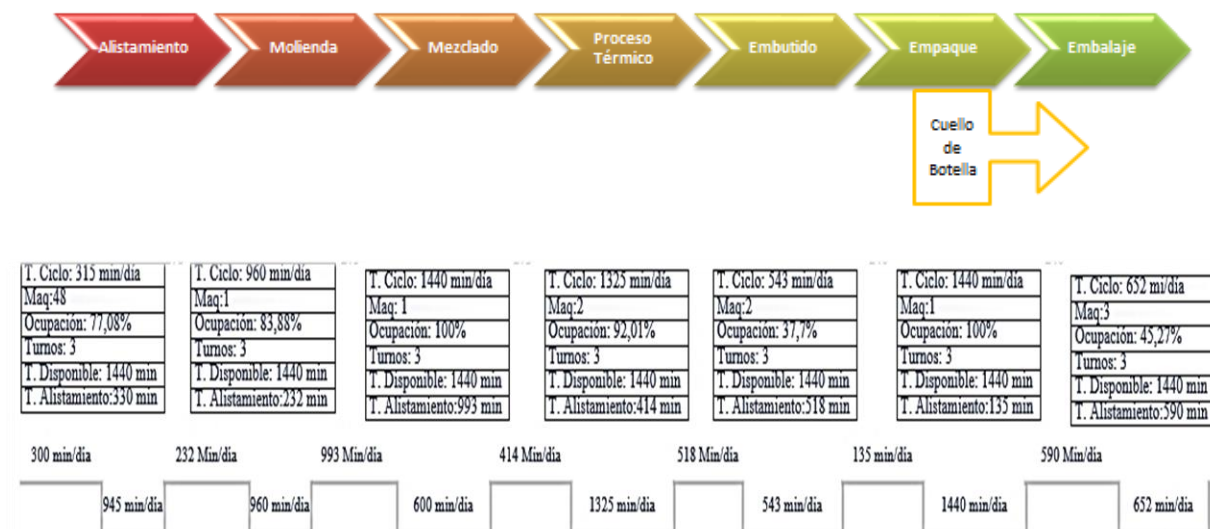
### 7.2.6 VSM.

En el siguiente mapa de la cadena de valor (Value Stream Mapping) para el proceso actual de elaboración de albóndigas se pretende identificar de manera gráfica el flujo correspondiente a lo descrito, con el objetivo de identificar cual o cuales son los procesos o actividades que no agregan valor, con esto desarrollar una propuesta para mejorar dicho proceso. Con el VSM se pueden encontrar oportunidades para llegar a aumentar la productividad entre otros beneficios.



**Figura 17.** VSM actual proceso de producción de albóndigas. Autoría propia.

De acuerdo con el análisis al VSM del proceso de elaboración de albóndigas, se puede concluir que la actividad que más tarda es la de empaque, siendo una actividad estandarizada que requiere este tiempo para la correcta entrega del producto, cumpliendo los estándares, es necesario analizar cada una de las tareas en la actividad.



**Figura 18.** Cuello de botella proceso de elaboración de albóndigas. Autoría propia.

### 7.3. Propuesta de mejoramiento

Después del diagnóstico realizado previamente se decide basarse en las herramientas de lean manufacturing en las que la empresa tiene mayores falencias o no se han aplicado para el proceso entre ellas están, SMED, TPM (Kaizen y Jishu Hozen), Kanban, Poka Yoke y 5S, durante este capítulo se realiza la propuesta para su posible implementación de cada una de ellas junto con su plan de ejecución.

#### 7.3.1. TPM.

Como se nombró anteriormente el TPM se basa en la eliminación de las perdidas tanto de calidad como paros y costos, dando así la apertura para la su posible implementación con las propuestas para cada uno de los 8 pilares del TPM.

##### 7.3.1.1. Mejora enfocada (*Kobetsu Kaizen*).

Se pretende dar a conocer las ventajas de su aplicación generando así grupos de soluciones que tengan el conocimiento para la identificación y la posible ejecución de mejoras continuas dentro del sistema con el fin de tener un equipo base que pueda no solo identificarlas sino crear un plan de acción para su correcta ejecución, para dicho desarrollo se debe tener en cuenta que ese personal debe estar en plenas facultades y capacitaciones para cualquier eventualidad por lo que se pretende generar programas de inducción dentro de organización para que todos los operarios que así lo deseen puedan ser participen de ellas. En la tabla 6 se evidencia como serían los tiempos óptimos de dicha capacitación, así como las materias que se necesitaran para ello, teniendo en cuenta que previamente se debe de capacitar a la persona encargada de dictar dicha capacitación la cual debe ser tomada en una empresa certifica en preparación de dicho tema.

Tabla 12.

*Plan de inducción*

Objetivos	Actividades	Recursos	Tiempo
<b>Bienvenida</b>	La persona encargada de que los trabajadores que estén inscritos a dicha capacitación, debe estar pendiente que las personas cumplan con el tiempo de llamado para el inicio, junto con la bienvenida y asignación de lugar a las personas que estén ingresando	Moderador	½ hora
<b>Capacitación</b>	Dar a conocer cada uno de los pasos y como se deben ejecutar dentro de organización, el cual debe ser basado en la metodología de las 8 fases del Kaizen para su ejecución y correcto funcionamiento.	Tecnológicos Moderador	2 horas
<b>Cierre</b>	La persona que esté en su momento dado la capacitación debe	Moderador,	

de plantear una situación en la cual se pueda aplicar lo aprendido durante la reunión y así dar cierre a dicha actividad.	personal de capacitación	1 hora
---	--------------------------	--------

Nota: Autoría propia.

### 7.3.1.2. *Mantenimiento autónomo (Jishu Hozen).*

Se plantea buscar la posible implementación de una guía de tareas para los operarios la cual incluya un sistema de mantenimiento preventivo dentro de la organización, tiempos de limpieza, así como el modo su modo de ejecución las cuales son las áreas en las que la línea de producción aún no tiene su implantación dentro de esta herramienta. En la tabla 7 se dará a conocer la estructura que debe de tener para su seguimiento.

Tabla 13.

#### *Actividades diarias*

<b>Etapas</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tiempos de repetición</b>	
<b>1</b>	Limpieza inicial (limpieza profunda).	Eliminar suciedad, polvo, limpieza de todos los equipos y áreas, junto con su descontaminación antes de iniciar labores de trabajo.	D	
<b>2</b>	Acciones preventivas	Limpiar las áreas de trabajo correspondientes para tener un mejor manejo y movilidad dentro de instalación	H4	
<b>3</b>	Desinfección (Lavado de manos)	Desinfectar las áreas de trabajo con el fin de garantizar medidas de bioseguridad siendo estas actividades rotativas con el personal que se encuentre en espera entre actividades productivas.	H1	
<b>4</b>	Inspección general	Revisión de cada una de las áreas producción para identificar el estado sanitario en el que se encuentren, junto con el hecho de que todo el personal cuente con sus implementos de seguridad	H3	
<b>5</b>	Inspección autónoma	Identificación e implementación de procesos autónomos	D	
<b>6</b>	Limpieza final (limpieza superficial)	Eliminación de excesos en las maquinarias y limpieza de las áreas de trabajo para culminación de actividades	F	
<b>D (Diario)</b>	H1 (cada hora)	H3 (cada tres horas)	H4(cada cuatro horas)	F (final de turno)

(Elaboración propia)

Al aplicar estas actividades en el sistema productivo el orden y la organización dentro del sistema es evidente permitiendo con esto que la línea de producción tenga un mayor orden, lo cual permitirá así mismo la reducción de tiempos, con dicha aplicación se espera que los tiempos

de ejecución en el alistamiento de los empaques baje de 165 minutos a 130 minutos dado que uno de los problemas era la falta de orden y aseo dentro de la línea.

### 7.3.2. Kanban.

Se plantea utilizar la herramienta de Kanban con el fin de dar una mejora en el manejo operacional del sistema con base en fichas de manejo para la maquinaria, desde el inicio hasta el final de los procesos, como se muestra en la figura 19 la cual representa cómo deben estar la línea de ensamblaje para su respectivo inicio.



**Figura 19.** Línea de trabajo. Autoría propia.

Para el área inicial del sistema se espera implementar bandejas aproximadamente cinco, las cuales indicarán el nivel de uso del sistema y junto a ello evitarán el envío de materia prima en exceso, por la que se llega a saturar el sistema y no da continuidad al proceso, después de que una bandeja termine el ciclo de la primera fase del proceso esta retorna al lugar inicial para su nuevo uso, sin embargo, debe ser lavada antes de su uso.

En la figura 20 se muestra cómo debe de culminar la formación de cada una de las bandejas con el fin de poder tomar una medida de control de material lleno en dichas bandejas así mismo como el responsable de su llenado y el número de unidades que debe de ir en cada una de ellas, en la tabla 14 se identifica como debe estar conformada dicha ficha de control.



**Figura 20.**bandeja de uso. Autoría propia.

Tabla 14.

*Tarjeta de manejo Kanban*

Nombre de Kanban: ####		encargado:	
Ingreso de materia prima			
Ingreso de albóndigas al área de empaquetado			
inicio	DD/MM/AA	# de operación	##
Fin	DD/MM/AA		
# de piezas que ingresan en bandeja		###	

Nota: Autoría propia.

Esto con el fin de dar un mayor orden y disciplina para el uso adecuado de los elementos de uso, y así evitar cuellos de botella, accidentes, contaminación cruzada, (...). Después de su aplicación se espera que el tiempo se mantenga igual, pero con una mejor regulación del sistema de producción, haciéndola así más eficiente en los ciclos de ingresos de materia prima para su correspondiente empaquetado.

### 7.3.3. 5S.

Después de un estudio apropiado se decide la implementación de esta herramienta con el fin de mejorar el orden del sistema y la organización de las herramientas de trabajo, se decide la implementación de la marcaciones de las zonas más usadas y junto a ello la marcación de los lugares de cada una de herramientas y objetos que tienen uso en el sistema productivo.

Como primer paso se debe dar una capacitación a todos los operarios con el fin de que estos conozcan y se familiaricen con que es y cómo debe de ser llevada a cabo cada una de las actividades que tengan una relación directa con el proceso tanto herramientas de trabajo como zonas de trabajo, posterior a ello se deben definir los lineamientos básicos de una implementación

los cuales cambian dependiendo de la actividad, herramientas y zonas de desplazamiento con su respectivo indicativo y nombramiento de zonas.

En segundo lugar, se propone la implementación de tarjetas las cuales contengan información de los sitios a los cuales deben ir cada uno de los elementos, estas fichas deben ser colocadas en lugares visibles para los operarios con el fin de facilitar su identificación, en las figuras 21 y 22 se evidencia dicha coloración de cada una de estas tarjetas y en la tabla 6 como deben ser el formato de realización de cada una de ellas.



**Figura 21.** Demarcación zona kit de derrame. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.



**Figura 22.** Caja de herramientas. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.

Tabla 15.

*Boceto de sticker para demarcación de zonas*

numero de ficha

**Nombre de la zona en relación**



Nota: Autoría propia.



En la figura 23 se refleja cómo deben de quedar las herramientas y su lugar de designación, en la figura 24 se evidencia con qué orden deben quedar los implementos retirables del sistema al final de cada uno de los turnos, junto con la figura 25 la cual da una imagen de cómo debe de quedar demarcado las zonas donde se ubican cada una de las herramientas, por motivos de falta de movilidad por el hecho de la pandemia y demás factores solo se puede reflejar una parte de dichas áreas, sin embargo en la figura 26 se refleja cómo debe de quedar la demarcación total cada una de las áreas de la línea de producción, en la tabla 16 se evidencia cuáles fueron los parámetros a tomar en cuenta para la asignación de dichos espacios de movilidad.



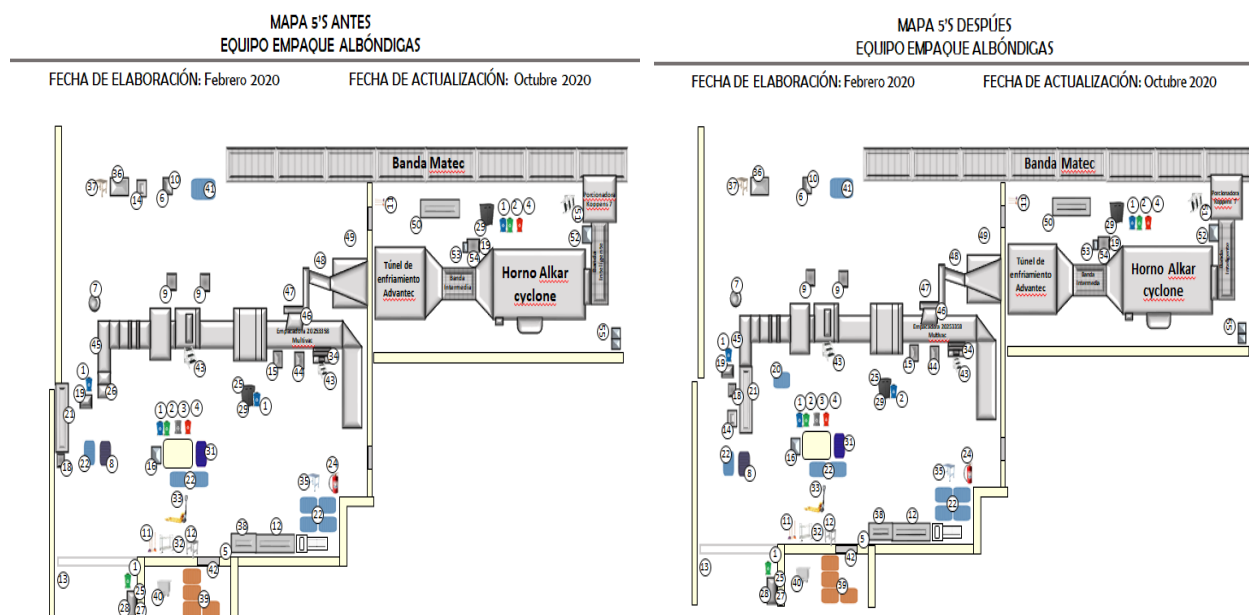
**Figura 23.** Zonas de herramientas. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.



**Figura 24.** Implementos. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.



**Figura 25.** Demarcación zonal (Información tomada directamente de la empresa)



**Figura 26.** Zonas para demarcar. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.

Tabla 16.

*Dimensiones vs zona de demarcación.*

Zonas a asignar	Dimensiones (lado x ancho)	Zona de demarcación (lago x ancho)
Bascula cebra	1 M X 1 M	1M X 1,4 M
Detector de metales	4 M X 1 M	4M X 3,5 M
Columna de servicios	1M X 0,5 M	1M X 0,75M
Mesa doble	2M X 1M	3 M X 2 M
Cajón herramientas	2,5 M X 1M	3,25 M X 2 M
Tablero G de control	2M X 1,4 M	2,1 M X 1,5 M
Aspiradora	1,5 M X 1M	2,5 M X 2 M
Mesa y bascula	1M X 0,5 M	1,2 M X 0,8 M
Tablero y video jet	1,7 M X 1,2 M	1,8 M X 1,3 M
Tablero de control Rapitrack	0,8 M X 0,5 M	1 M X 0,7 M
Mesa de embalaje	1M X 1M	2 M X 2 M
Mesa de empaque	1M X 1M	2M X 2M
Caneca de basura plástica	2,5 M RADIO	3 M RADIO
Tablero PE	4 M X 0,2 M	5 M X 0,7 M
Canasta de despunte	2,5 RADIO	3 M RADIO
Mesa alimentadora	2 M X 1 M	3 M X 2 M
Tina recolectora	2,3 M X 1 M	3,2 M X 2 M
Carro de producto	1M X 0,5 M	1,2 M X 0,7 M

Escalera	1 M2	2 M2
Caneca basura ordinaria	2,5 M RADIO	3 M RADIO
Carro transportador de películas	0,5 M X 1 M	0,7 M X 1,2 M
Tajadora Grote	3,7 M X 1,2 M	4,7 M X 2,2 M
Banda transportadora	6 M X 1,5 M	7 M X 2,5 M
Banda transportadora	2 M X 1 M	3 M X 2 M
Carro varillero	0,7 M X 0,5 M	0,8 M X 0,6 M
Carro de flautas y cuchillas	1,2 M X 1 M	1,3 M X 1,2 M
Difusores	2,5 M X 1,6 M	3,5 M X 2,6 M
Caneca residuos de papel	2,5 M RADIO	3 M RADIO
Caneca residuos peligrosos	2,5 M RADIO	3 M RADIO
Carro de canastas	1 M X 0,3 M	1,2 M X 0,5 M
Canastas de desperdicio	0,7 M X 0,3 M	1 M X 0,5 M
Canasta embalaje	0,7 M X 0,3 M	1 M X 0,5 M
Canasta de rechazos	0,7 M X 0,3 M	1 M X 0,5 M
Canasta de re empaque	0,7 M X 0,3 M	1 M X 0,5 M
Plantillero formatos diarios	0,5 M X 0,5 M	0,7 M X 0,7 M
Dispensador de gel	0,2 M X 0,15 M	0,3 M X 0,2 M
Carro con producto	1M X 1,3 M	1,2 M X 1,5 M

Nota: Autoría propia, con datos tomados de la empresa.

Para finalizar se plantea un sistema integral de gestión el cual se encarga de los procedimientos y cumplimiento de las normas de nuevas y previas del estudio de 5'S en la tabla 8 se evidencia la composición de dicha tabla junto con las actividades a evaluar y a cargo de que personal estará sujeta.

No.	Entradas (materiales e insumos)	Que Hacer – Tareas	Como Hacer - Acciones	Frecuencia	Responsable
1	Archivo Responsables Rutas 5S	Definir los integrantes que ejecutan las Rutas	Seleccionar las personas de diferentes procesos que puedan dar apoyo en la inspección de las rutas, en la cual se definan personas de Calidad, Ambiental, Mantenimiento, GRL, partes interesadas y registrarlos en el archivo "Responsables Rutas 5S".	Anual o cada que se presente cambio de integrantes	Director de Producción o Jefe Logístico, Jefe de Mejora Continua

2	Archivo Responsables Rutas 5S	Definir las zonas objeto de Rutas	De acuerdo al lay out de la sede y al proceso, se definen las zonas objeto de rutas 5S asegurando las zonas de contratistas en caso que apliquen y se registran en el archivo "Responsables Rutas 5S".	Anual	Director de Producción o Jefe Logístico, Jefe de Mejora Continua
3	Archivo Responsables Rutas 5S	Asignar los integrantes a las zonas	Distribuir como mínimo 3 integrantes por zona, asegurando que un jefe, coordinador o analista del propio proceso integre su zona correspondiente. Los otros 2 integrantes se pueden determinar de acuerdo al tema crítico o relevante que aplique para la zona asignada. Los integrantes de las rutas pueden incluir desde estudiantes en práctica hasta jefes de proceso.	Anual	Jefe de Mejora Continua
4	Archivo Responsables Rutas 5S	Definir frecuencia de ejecución de rutas por zonas	La frecuencia de rutas en cada zona se realiza de acuerdo a la criticidad de la zona, la cual se determina en conversaciones con los expertos. Para las zonas más críticas se recomienda una frecuencia quincenal hasta que su evaluación demuestre un mejoramiento en las condiciones; y para las zonas poco críticas una frecuencia trimestral. Zonas de alta criticidad: Quincenal Zonas de media criticidad: Mensual	Anual o Semestral	Jefe de Mejora Continua y Jefes de Procesos

			Zonas de baja criticidad: Trimestral		
5	Archivo Responsables Rutas 5S  Cronograma de rutas	Elaborar el cronograma de Rutas 5S	Se realiza el cronograma de las Rutas 5S para todo el año de acuerdo a las definiciones anteriores, con el fin de hacer seguimiento al cumplimiento de las mismas.	Anual	Auxiliar de Mejora Continua
6		Crear soportes en red	Crear en la red una carpeta de Rutas 5S, y dentro de estas, subcarpetas para cada una de las zonas definidas. En las cuales se incluya el esquema del formato F1984 y el mecanismo de seguimiento de evaluación e indicadores. Adicional se debe tener una carpeta física donde se archiven los registros.	Anual	Auxiliar de Mejora Continua
7	Archivo Responsables Rutas 5S  Presentación Rutas 5S (archivos ppt)  F223 Registro de Asistencia a Programas de Formación	Apertura Rutas 5S	Realizar una reunión de apertura con todos los integrantes de las rutas, en la cual se divulga el Objetivo, la distribución por zonas, se explica el formato F1984 y se les comunica el plan de entrenamiento que tendrán antes de iniciar las rutas.	Anual o cada que se presente cambio de integrantes	Jefe Mejora Continua y/o Auxiliar de Mejora Continua
8	Archivo Responsables Rutas 5S  F223 Registro	Entrenamiento a los integrantes de las rutas	Realizar la formación a los integrantes que lo requieran en los siguientes temas: Anormalidades,	Anual o cada que se presente cambio de integrantes	Facilitadores de temas a entrenar

	de Asistencia a Programas de Formación		Estándares de GRL, 5S, Programas Ambientales. Los integrantes que ya hayan recibido dichos entrenamientos en otros espacios no lo deben repetir.		
9	Archivo Responsables Rutas 5S  Cronograma de Rutas  Cámara fotográfica	Ejecutar la ruta	Realizar las rutas de acuerdo al cronograma establecido, registrar las observaciones hacer registro fotográfico de los hallazgos más representativos para plasmarlos posteriormente de manera digital.  En caso que se detecten anomalías en las rutas, y estas aún no hayan sido reportadas por los colaboradores, los integrantes de la ruta, Si las anomalías ya fueron reportadas por los colaboradores no se debe realizar reporte en las tarjetas de anomalía.	Quincenal Mensual Trimestral	De acuerdo a los responsables asignados en el numeral 4
10		Elaborar informe general de las rutas	Se elabora un informe general de las rutas realizadas en el mes, se actualizan los indicadores y gráficos, en la carpeta de la red.	Mensual	Auxiliar o practicante de Mejora Continua
11		Enviar informes a interesados	Se envía a los responsables de las zonas y jefes de procesos el resultado de los informes de cada ruta y el consolidado general se envía mensual al Director de	Cada ruta y Mensual	Auxiliar o practicante de Mejora Continua

			Producción y jefes.		
12	Informe de cada rutas 5S	Solución de hallazgos	Se realiza la solución de hallazgos por parte de los responsables de las zonas	Entre ruta y ruta	Responsable de cada proceso o zona
13	Informe consolidado de rutas 5S	Seguimiento	Se realiza seguimiento en el Grupo Primario de la Dirección al consolidado general de las rutas.	Mensual	Jefe de Mejora Continua
14		Control de Cambios	Si se identifica una necesidad de cambio y/o ajustes en alguna de las operaciones, se debe solicitar un control de cambio a través de Mejora Continua de Negocio.	A necesidad	Jefe Mejora Continua

Nota: Autoría propia.

Posterior a ello se realiza un cronograma con el fin de crear un seguimiento de cada una de las actividades a desarrollar, dicho cronograma cuenta con actividades y responsables de dicha inspección de cumplimiento en la tabla se refleja el cronograma del resto de periodo del año 2020.

Tabla 17.

*Cronograma 5S*

	Semanas 2020										Semanas 2021			
	Noviembre					Diciembre					Enero			
	4	4	4	4	4	4	5	5	5	1	2	3	4	
Actividades	4	5	6	7	8	9	0	1	2					
Organización de comité 5s														
Anuncio oficial														
Concurso 5S														
Capacitaciones 5S														
Seiri (clasificar)														
Seiton (ordenar)														
Seiso (Limpiar)														
Día de la gran limpieza														
Auditorías internas														
Las auditorías internas se desarrollaran bisemanalmente y estarán a cargo de dos coordinadores, un miembro del COPPAST, una persona de seguridad y una persona del sindicato														

Nota: Autoría propia.

En la tabla se dan a conocer los parámetros o indicadores que los califican tés deben tener en cuenta al momento de realizar dicho seguimiento.

Tabla 18.

*Indicador 5S*

SISTEMA INTEGRAL DE GESTIÓN Inspección Ruta 5S		
Proceso / Área:	Equipo evaluador:	
Fecha de la Ruta:		
Criterio de Evaluación	Cumple: (1)	
	No cumple: (0)	
	No aplica: (NA)	



5S		Calificación	Observaciones
Organización	No se evidencian elementos innecesarios en el suelo, esquinas, estantes, en los equipos o tableros de control, caja de herramientas, (...).		
Orden	Los elementos del lugar de trabajo se encuentran en un lugar definido y de acuerdo al estándar: Rotulado, Demarcado, Pesado-Abajo, Liviano-Arriba o medio, Líquido-Abajo, Sólido-Arriba o Medio, etc.		
	Se evidencia un correcto flujo de las personas, productos, utensilios y equipos de transporte (montacargas, estibadoras, (...))		
Limpieza	Están las herramientas y utensilios en buen estado y se encuentran almacenados en estantes de forma visible y de fácil limpieza.		
Estandarización	La gestión y control visual de las áreas sirven para gestionar y asegurar las 5S de la zona. Se evidencian las estandarizadas y en la cantidad correcta.		
Disciplina	Están los tableros de gestión actualizados, ordenados y limpios.		
<b>% Cumplimiento 5S</b>			
<b>% Cumplimiento total de la ruta</b>			
$\% \text{ Cumplimiento Total de la Ruta} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de ítems con cumplimiento}}{\text{Total ítems evaluados}} * 100$			

Nota: Autoría propia.

#### 7.3.4. POKA YOKE.

Con el fin de resolver algunas oportunidades se sugiere implementar dispositivos a prueba de error (Poka Yoke) los cuales constan de las siguientes características:



**Figura 27.** Implementación de dispositivos a prueba de error (Poka Yoke). Autoría propia.

### 7.3.5. SMED.

La aplicación de la metodología para la reducción de los tiempos no productivos, aplicando la herramienta SMED de la filosofía lean manufacturing en la planta de productos cárnicos ubicada en la ciudad de Bogotá, basado en un estudio descriptivo que se enfoca en la identificación y características del problema de investigación, se toman insumos que sirven como guía y que van acorde a las necesidades de eliminación de tiempos no productivos en el área de empaque de albóndigas.

Villaseñor y Galindo (2007) describen las siguientes etapas para la aplicación del SMED:

1. Etapa preliminar: No se distinguen las preparaciones internas y externas. En las operaciones de preparación tradicionales, se confunde la preparación interna con la externa y lo que puede realizarse externamente se hace internamente, lo que trae como consecuencia que las máquinas estén paradas durante grandes periodos de tiempo.

2. Primera etapa: Separación de la preparación interna y externa. El paso más importante en la realización del sistema SMED es la diferenciación entre la preparación interna y la externa.

3. Segunda etapa: Conversión de la preparación interna en externa. La segunda etapa comprende dos conceptos importantes: reevaluar las operaciones, para ver si algunos pasos están erróneamente considerados como internos y buscar formas para convertir esos pasos internos en externos.

#### ***7.3.5.1. Materiales y métodos.***

Actualmente el proceso de empaque cuenta con una máquina de producción marca MULTIVAC, máquina automática diseñada para el empaque de productos alimenticios cárnicos entre estas albóndigas.

##### *7.3.5.1.1. Descripción de máquina.*

Esta máquina está compuesta por cuatro módulos:

##### *7.3.5.1.2. Estación de formación.*

La banda inferior se forma en la estación de formación por efecto del calor y luego se termoforma mediante aire comprimido y vacío. Si es requerido, este proceso puede ser ayudado por el uso de tapones de formación.

##### *7.3.5.1.3. Zona de carga.*

Las cavidades del envase termoformado se pueden llenar de forma manual o automática en la zona de carga.

##### *7.3.5.1.4. Estación de sellado.*

La banda superior se aplica a las cavidades del paquete lleno en la matriz de sellado. La parte superior y las bandas inferiores se sellan herméticamente entre sí mediante una costura de sellado.

##### *7.3.5.1.4. Unidades de corte transversal y longitudinal.*

Las unidades de corte transversal y longitudinal cortan los paquetes individuales de la tira de paquetes.



**Figura 28.** Representación de maquina empacadora de albóndigas. MULTIVAC (2019)

*7.3.5.1.5. Alistamiento en empaque de albóndigas.*

El proceso Alistamiento en empaque de albóndigas es realizado por (6) seis operarios (turno de 8 horas diarias), este alistamiento empieza cuando el jefe de producción da la orden de armar la máquina, después de haber terminado el saneamiento del equipo.

*7.3.5.1.6. Estudio de métodos y tiempos.*

Los tiempos en el proceso de alistamiento fueron tomados con cronómetro y consignados en un formato establecido por la empresa, en el que también se consignó toda la información pertinente sobre el método de estudio, las herramientas utilizadas, la descripción de las operaciones, el departamento donde se realiza la operación y las condiciones de trabajo que prevalecen. Este análisis fue realizado bajo los conceptos planteados por Niebel y Freivalds (2004) para el estudio de métodos y tiempos.

Además, se pidió ayuda a dos analistas que tienen experiencia y conocimiento necesario del proceso, quienes fueron repartidos en cada uno de los turnos y estuvieron presentes al momento de hacer el alistamiento de la maquina MULTIVAC durante el periodo de estudio, con el fin de recolectar la mayor información posible en las tomas de tiempo.

Por lo tanto, se aplicó a la maquina MULTIVAC la metodología SMED para la reducción de pérdida de tiempo a la preparación y mantenimiento de la máquina.

### 7.3.5.2. Resultados y discusión.

#### 7.3.5.2.1. Etapa preliminar.

Este estudio de métodos y tiempos permitió hacer un análisis de las operaciones que se realizan en el alistamiento realizado por los operarios, desglosándolas actividades lo mejor posible y determinando el tiempo que requiere cada una de ellas, además de los utillajes y herramientas que se precisan.

En la tabla 19 se presentan de manera resumida las actividades involucradas en el proceso:

Tabla 19.

*Actividades del proceso*

Figura	Descripción	Cant.	T. OP. (min)
	Operaciones	70	125
	Inspecciones	10	12
	Transportes	6	9
	Almacenajes	4	8
	Demoras	7	11
	<b>TOTAL</b>	<b>97</b>	<b>165</b>

Nota: Autoría propia

El tiempo total de la operación de alistamiento es de 165 min.

*7.3.5.2.2. Primera etapa: separación de operaciones internas y externas.*

Una vez hecho el desglose de las operaciones en el proceso alistamiento, el siguiente paso es identificar qué operaciones se pueden realizar mientras la máquina está en funcionamiento y cuáles se pueden eliminar, en la medida en que no aportan valor a la operación (Villaseñor y Galindo, 2007).

Para este análisis también utilizamos el diagrama de operaciones conjuntas, en el que identificamos en cuánto tiempo el operario realiza actividades internas que están en el proceso de cambio de moldes con la máquina parada, cuando estas podrían realizarse con la máquina en operación antes o después alistamiento.

*7.3.5.2.3. Segunda etapa: conversión de operaciones internas en externas.*











Las operaciones de preparación interna descritas anteriormente se convierten en operaciones de preparación externa, que pasan a realizarse mientras la máquina está en marcha (Villaseñor y Galindo, 2007).

Para realizar esta conversión se realizó un análisis individual de las operaciones en conjunto con el jefe de producción y mantenimiento, en la que se pudo balancear la carga del operario sin requerir inversión alguna, solo un reordenamiento de las operaciones realizadas. Esto implica un gran desafío, pues para que el operario realice esta nueva secuencia de actividades se requiere una capacitación frecuente.

Tras la conversión de operaciones internas en externas, el proceso de alistamiento queda de la siguiente manera:

Tabla 20

*Resumen de actividades en el proceso de alistamiento.*

Figura	Descripción	Cant	T. OP. (min)
	Trasladar carro transportador de moldes	1	4
	Alistamiento de herramientas	9	34
	Soltar molde de sellado	6	32
	Ajustar cadena del carro transportador	2	2
	Cambio de guías	4	8
	Calibrar Parámetros Calentamiento de planchas	2	5
	Trasladarse a buscar piezas pequeñas al taller	2	4
	Trasladar el molde al taller	1	4
	Ajustar tornillo sistema de formado	3	4
	Almacenar piezas	2	8
	<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>105</b>

Nota: Autoria propia.

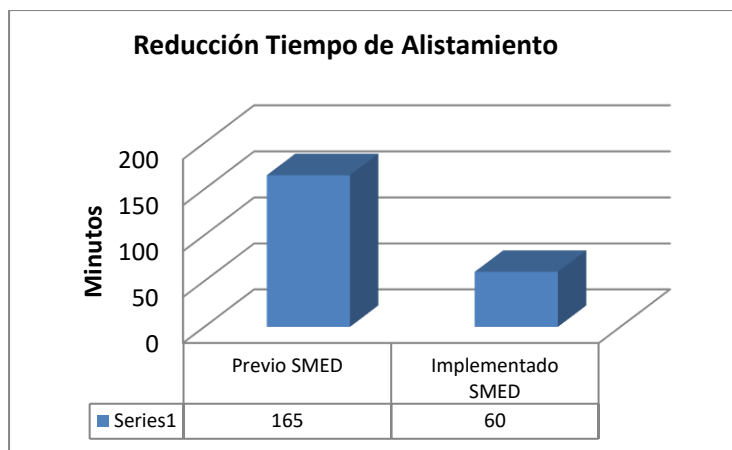
Tras la mejora implantada, se redujo el tiempo de alistamiento en un 36,3 %.

Tiempo total del proceso de alistamiento antes de la aplicación del SMED: 165 min.

Tiempo total del proceso de alistamiento tras la segunda etapa del SMED: 60 min.

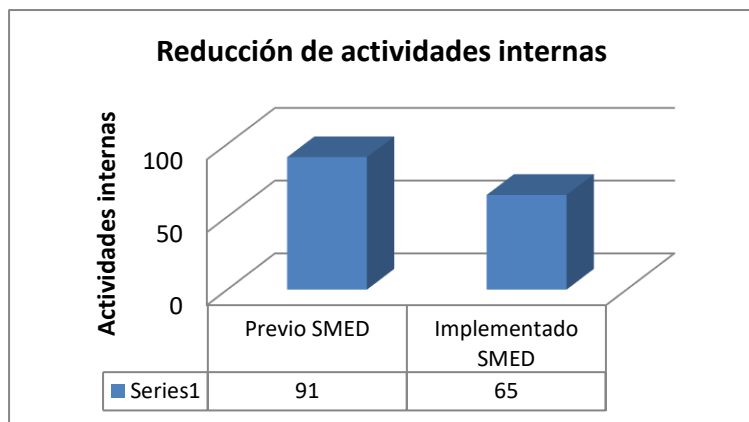
$$\% \text{de tiempo reducido} = \frac{165 \text{min} - 105 \text{min}}{165 \text{min}} * 100$$

%de tiempo reducido = 36,3%



**Figura 29.** Reducción de tiempos de alistamiento. Autoría propia.

Se reduce el número de actividades internas pasando de 91 actividades a 65, esto corresponde a un 32% del total de las actividades internas.



**Figura 30.** Reducción de actividades internas. Autoría propia.



Tabla 21.

*Cuadro comparativo de actividades*

Descripción	Actividades Internas	Actividades Externas	Descripción	Actividades Internas	Actividades Externas
Armado de dosificador	16	0	Armado de dosificador	5	11
Dosificación de Salsa	8	0	Dosificación de Salsa	0	8
Formado	6	1	Formado	6	1
Abre Fácil	5	0	Abre Fácil	5	0
Sellado 1	12	1	Sellado 1	12	1
Sellado 2	12	0	Sellado 2	12	0
Sistema de corte	12	2	Sistema de corte	5	9
Cambio de guías	6	0	Cambio de guías	6	0
Parámetros Calentamiento de planchas	8	1	Parámetros Calentamiento de planchas	8	1
Ajuste General	6	1	Ajuste General	6	1
<b>TOTAL</b>	<b>91</b>	<b>6</b>	<b>TOTAL</b>	<b>65</b>	<b>32</b>

Nota: Autoría propia.

Los resultados de la implementación abarcan comportamientos sociales, actitudes, formas de pensar y actuar, ya que es fundamental la actitud frente al cambio que tomen tanto los operarios de la planta de producción como todos los directivos y la gerencia de la empresa para el éxito y buen desarrollo de la herramienta. Se parte de la hipótesis de segundo grado en la cual se demuestra una causa-efecto de que la aplicación de la herramienta SMED de la filosofía de lean manufacturing para la reducción de los tiempos no productivos, tiene un impacto en la reducción de costos, generando mayor rentabilidad y productividad en la planta de producción.



**Figura 31.** Uso de Bandeja. Autoría propia con datos tomados de la empresa.



**Figura 32.** Alistamiento de máquina. Autoría propia con datos tomados de la empresa.



**Figura 33.** Alistamiento de máquina. Autoría propia con datos tomados de la empresa.

#### 7.4. Indicadores de control

Teniendo en cuenta las posibles mejoras que se plantea se deben generar formatos de control para cada uno de las posibles acciones de mejora propuesta con el fin de garantizar un seguimiento adecuado de las actividades que se realicen durante el cambio o implementación de dichas actividades en la tabla 22 se evidencia dichos indicadores de seguimiento el cual se será un sistema de evaluación de cumplimiento de las actividades.

Tabla 22.

##### Indicadores

Indicadores	Factores	Fórmulas	Responsable	Area de estudio	frecuencia
Disponibilidad	Tiempo productivo	$\frac{\text{Tiempo disponible} - \text{tiempo muert}}{\text{tiempo total} - \text{tiempo planeado}}$	Jefe de planta	Hamburguesa	Diaria
	Tiempo disponible				
Eficiencia de operarios	Produccion real	$\frac{\text{Tiempo productivo} \times \text{capacidad real}}{\text{Tiempo productivo} \times \text{capacidad estandar}}$	Jefe de planta	Hamburguesa	Diaria
	Capacidad productiva				
Calidad	# de unidades producidad/ hora	$\frac{(\# \text{ de unidades producidas} \times \# \text{ de unidades defectuosas})}{\text{Produccion total}}$	Jefe de planta	zona final de linea terminado	Diaria
	# de unidades defectuosas				
	produccion total				
OEE		Disponibilidad X Eficiencia X Calidad	Jefe de planta	Final de produccion	Diaria
Niveles de OEE, 0%- 64% Deficiente, 65%-74% Regular, 75%-84% Aceptable, 85%-94% Buena, 95%- 100% Exelente					

Nota: Fragmento del OEE (Salazar.B, 2019)

Se decide establecer los indicadores del OEE dado que estos dan la efectividad global de los equipos, esta da una clara imagen de la situación actual de la empresa y las áreas donde pueda llegar a tener algún tipo de falencias y al mismo tiempo mide como se encuentra la zona de producción tanto en calidad, disponibilidad y eficiencia de cada una de ellas.

Para ello se debe tener en cuenta los siguientes factores para que ayudan a calcular cada área anteriormente mencionada dicha composición se evidencia en la tabla 23.

Tabla 23.

*Cálculos ampliados*

Tiempo disponible	Tiempo total - Tiempo planeado
Tiempo total	Tiempo disponible + Tiempo planeado
Tiempo planeado	Toda aquella actividad que no afecta la operación, pero se encuentra dentro de la horaria laboral (almuerzo, reuniones, descansos (...))
Tiempo muerto	Tiempo de averías + tiempo de cambio en actividad + tiempo de inactividad
Eficiencia	Producción real / Capacidad productiva

Nota: tomado de las fórmulas del OEE (Salazar.B, 2019)

Posteriormente se plantea la implementación de otros indicadores como lo son la productividad y las demoras en la línea de producción dándonos así una mejor perspectiva del estado actual de la línea de producción y un objetivo de proyección en la tabla 24 y 26 se identifican dichos indicadores.

Tabla 24.

*Indicador de demoras*

Nombre del indicador	Unidades
Demoras	Unidad/unidad
Objetivo del indicador	Tiempo de cálculo
Medir el porcentaje de tiempo perdido frente al tiempo programando para el proceso de producción	Semanal
Fórmula	Alcance
$\frac{\text{Tiempo de demora}}{\text{Total horas laboradas}} \times 100$	Operacional

Nota: Autoría propia.

Se genera una imagen más clara de cómo debe de ser utilizado dicho indicador se plantea un ejercicio de la situación actual de dicho indicador frente al que se proyecta como se ve reflejado en la tabla 25 con su respectiva grafica de estudio.

Cabe resaltar que para la identificación de los resultados actuales se tienen en consideración la operación del tiempo que se allá perdido en el transcurso del día ya sea por demoras, mantenimientos, retrasos de material, tiempos muertos (...) y para su cálculo se utiliza la formula anteriormente tratada en la tabla 24. Es decir que si durante en el día se tuvo una pérdida de dos horas este se divide en las horas laborales diarias de la empresa que en este caso serian 8 horas y se multiplican por 100 así se sabe en nivel actual del indicador.

En cuanto los entandares proyectados, son aquellas operaciones que se saben que tendrán ciertos problemas, por su planeación de intervención, es decir se calcula con los tiempos propuestos de mantenimiento programados para así saber y proyectar los entandares máximo de permiso de perdida de tiempos.

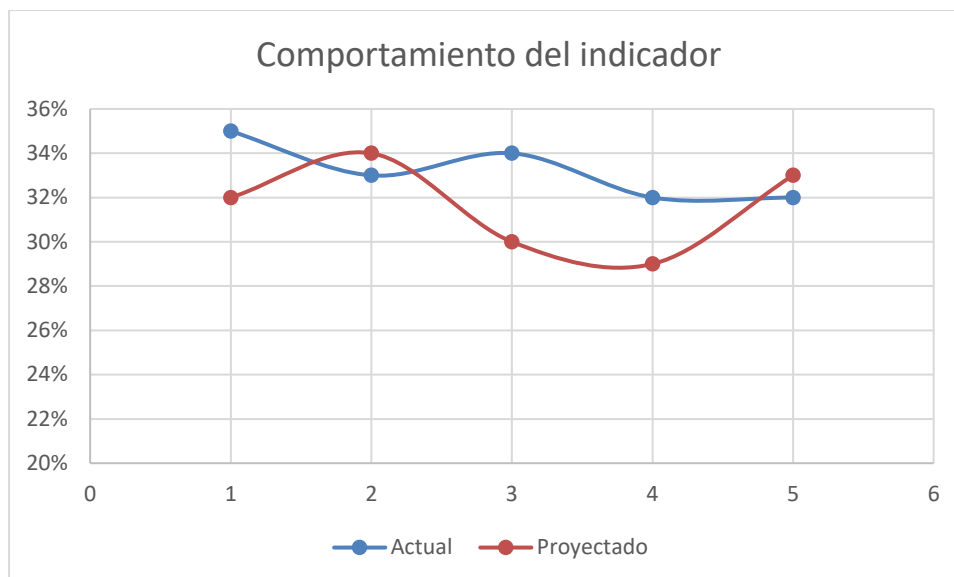
Tabla 25.

*Datos del indicador.*

Periodo	Actual	Proyectado
1	35%	32%
2	33%	34%
3	34%	30%
4	32%	29%
5	32%	33%

Nota: Autoría propia.

En la figura se evidencia en comportamiento del indicador con su tasa de demoras actuales frente a las proyectadas dando como indicio que se encuentra en descenso.



**Figura 34.** Comportamiento del indicador. Autoría propia.

Tabla 26.

*Indicador de productividad*

Nombre del indicador	Unidades
Productividad	Unidad/Unidad
Objetivo del indicador	Tiempo de cálculo
Medir el uso de los recursos del proceso frente al tiempo disponible del sistema	
	Semanal
Fórmula	Alcance
	Operacional

Nota: Autoría propia.

Se decide la implementación de este indicador dado que da una idea del uso real de los recursos que se le prestan al sistema de producción y como estos se están utilizando tanto desde la proyección y como realmente se están dando su uso en la actualidad, en la tabla 27 se evidencia como quedaría su tabla de manejo y como estará conformada su grafica correspondiente.

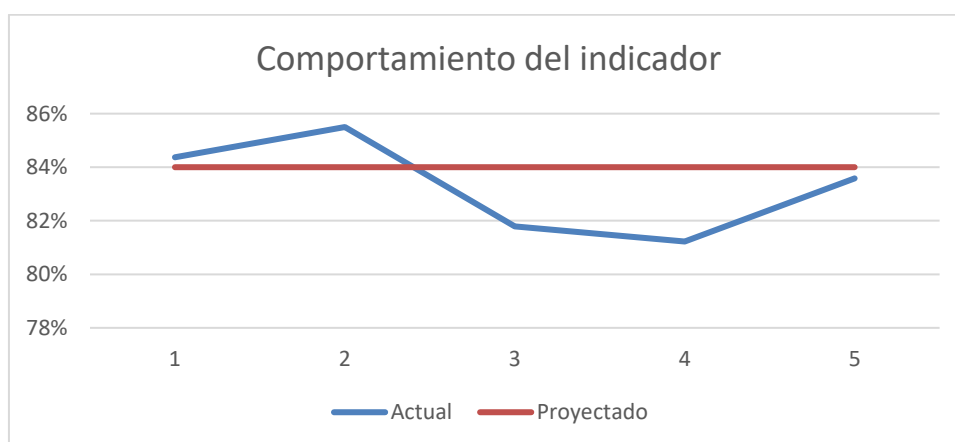
Tabla 27

*Datos del indicador.*

Periodo	Actual	Proyectado
1	84%	84%
2	86%	84%
3	82%	84%
4	81%	84%
5	84%	84%

Nota: Autoría propia.

En la figura 35 se evidencia el comportamiento del indicador teniendo en cuenta que actualmente se espera que el uso adecuado de los recursos no sea de una media del 84% como mínimo para así identificar realmente en estado de la empresa en cuanto el uso de sus recursos y da una idea más clara de mejora.

**Figura 35.** Comportamiento indicador. Autoría propia.



#### 7.4.1. Comparativo de indicadores estado actual vs la implementación de la propuesta.

Se identifica la necesidad de saber a través de los indicadores como está la empresa actualmente en cuanto sus últimos 5 meses, dado que la empresa no cuenta con indicadores de control en este momento, se decide realizarlos con la información brindada por la compañía de los meses anteriormente mencionados, y una imagen de como debe ser su comportamiento en cuanto los mismos meses, pero con la posible implementación de cada una de las mejoras propuestas.

En primer lugar, se realiza una comparación entre el OEE actual de la empresa y el que se espera llegar a tener, con la realización de cada una de las mejoras sugeridas previamente.

En la tabla se refleja el comportamiento de los sistemas claves del OEE como lo son la disponibilidad, eficiencia y calidad con un estudio de los últimos 5 meses.

Tabla 28.

*Estado actual el OEE de la empresa*

Disponibilidad	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Armado de dosificador	0,869	0,886	0,882	0,870	0,901
Dosificación de Salsa	0,865	0,885	0,879	0,882	0,879
Formado	0,836	0,885	0,882	0,876	0,887
Abre Fácil	0,857	0,885	0,876	0,867	0,874
Sellado 1	0,854	0,885	0,874	0,884	0,874
Sellado 2	0,842	0,886	0,880	0,879	0,882
Sistema de corte	0,851	0,885	0,875	0,892	0,903
Cambio de guías	0,842	0,886	0,866	0,875	0,868
Parametros Calentamiento de planchas	0,842	0,885	0,876	0,877	0,858
Ajuste general	0,865	0,885	0,883	0,888	0,888
Eficiencia	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Armado de dosificador	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Dosificación de Salsa	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Formado	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Abre Facil	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sellado 1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sellado 2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sistema de corte	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Cambio de guías	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Parametros Calentamiento de planchas	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ajuste general	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Calidad	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Armado de dosificador	0,23	0,25	0,24	0,23	0,27
Dosificación de Salsa	0,22	0,24	0,24	0,24	0,25
Formado	0,22	0,25	0,25	0,24	0,26
Abre Facil	0,21	0,26	0,24	0,24	0,25
Sellado 1	0,21	0,25	0,25	0,25	0,25
Sellado 2	0,22	0,23	0,25	0,24	0,26
Sistema de corte	0,21	0,25	0,25	0,25	0,26
Cambio de guías	0,22	0,25	0,25	0,26	0,25
Parámetros Calentamiento de planchas	0,21	0,24	0,24	0,24	0,25
Ajuste general	0,22	0,27	0,25	0,24	0,26
OEE	11%				

Nota: tomado de la intervención directa con la empresa

Con la aplicación de las propuestas de mejora para sistema productivo se espera que el OEE aumente significativamente, por lo cual se espera que su comportamiento sea el que se refleja en la tabla 29.

Tabla 29.

*Propuesta de mejora OEE*

Disponibilidad	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Armado de dosificador	0,882	0,897	0,894	0,883	0,911
Dosificación de Salsa	0,879	0,896	0,891	0,894	0,891
Formado	0,852	0,896	0,894	0,888	0,898
Abre Facil	0,871	0,896	0,889	0,880	0,887
Sellado 1	0,869	0,896	0,887	0,895	0,887
Sellado 2	0,858	0,897	0,892	0,891	0,894
Sistema de corte	0,865	0,896	0,887	0,903	0,913
Cambio de guias	0,858	0,898	0,879	0,887	0,881
Parametros Calentamiento de planchas	0,857	0,897	0,888	0,889	0,872
Ajuste general	0,879	0,897	0,894	0,899	0,899
Eficiencia	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Armado de dosificador	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Dosificación de Salsa	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Formado	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Abre Facil	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sellado 1	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sellado 2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Sistema de corte	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Cambio de guias	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Parámetros Calentamiento de planchas	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Ajuste general	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Calidad	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre

Armado de dosificador	0,96	1,03	1,02	1,00	1,08
Dosificación de Salsa	0,94	1,04	1,02	1,02	1,05
Formado	0,92	1,05	1,04	1,02	1,05
Abre Fácil	0,93	1,10	1,06	1,03	1,04
Sellado 1	0,91	1,03	1,06	1,06	1,04
Sellado 2	0,94	0,98	1,05	1,03	1,06
Sistema de corte	0,91	1,05	1,07	1,07	1,07
Cambio de guías	0,95	1,06	1,04	1,07	1,04
Parámetros Calentamiento de planchas	0,90	1,02	1,01	1,01	1,02
Ajuste general	0,94	1,09	1,06	1,02	1,06
OEE	48%				

Nota: Autoría propia.

Se calcula que el mejoramiento en la reducción de los tiempos muertos con la nueva aplicación y formación para los mismos meses pero con la aplicación de las propuestas sugeridas lo que lleva a la reducción del 10% de tiempo perdido lo cual aumentara el nivel de producción un 20% de esta forma se puede llegar a mejorar el rendimiento de la planta como tal de pasar de un OEE del 11% a un OEE del 48%, cabe resaltar que este impacto solo seria en los primeros 5 meses y se espera que siga mejorando en el transcurso de la familiarización concreta con los cambios propuestos.

El la tabla 30 se refleja es el estado actual de la empresa en cuanto a porcentajes de demoras en las operaciones, cabe resaltar que los datos tomados han sido el total de los últimos meses de día por día en cada una de las áreas a evaluar.

Tabla 30.

*Estado actual de la empresa frente a demoras*

Demoras	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Armado de dosificador	10,25	8,98	9,23	10,17	7,81
Dosificación de Salsa	10,45	9,81	9,52	9,19	9,42

Formado	12,88	8,72	9,17	9,72	8,83
Abre Fácil	11,20	9,74	9,60	10,33	9,84
Sellado 1	11,38	10,10	9,78	9,08	9,77
Sellado 2	12,20	8,84	9,42	9,51	9,24
Sistema de corte	11,64	9,37	9,75	8,44	7,52
Cambio de guías	12,41	10,08	10,53	9,86	10,36
Parámetros Calentamiento de planchas	12,35	9,97	9,76	9,56	11,09
Ajuste general	10,54	10,13	9,18	8,76	8,74

Nota: Datos tomados directamente de la empresa (2019)

Como se explico anterior mente esta propuesta de mejora en el rendimiento de las demoras también esta regido por las condiciones de proyección anteriormente mencionadas en la propuesta de mejora del OEE, en la tabla 31 se identifica como quedarían los porcentajes de las demoras con las mejoras anteriormente planteadas.

Tabla 31.

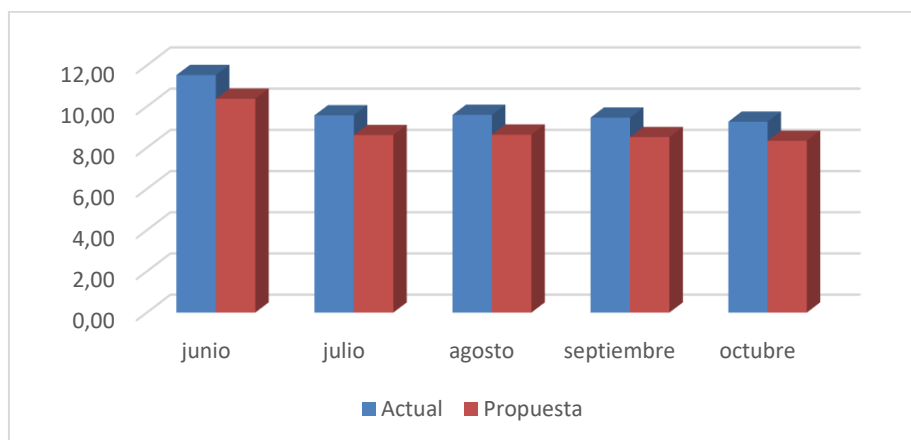
Propuesta de mejora

Demoras	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Armado de dosificador	9,23	8,08	8,31	9,16	7,03
Dosificación de Salsa	9,41	8,83	8,57	8,28	8,48
Formado	11,59	7,85	8,25	8,75	7,94
Abre fácil	10,08	8,77	8,64	9,30	8,86
Sellado 1	10,24	9,09	8,81	8,17	8,79
Sellado 2	10,98	7,96	8,48	8,56	8,32
Sistema de corte	10,48	8,43	8,78	7,60	6,77
Cambio de guías	11,17	9,08	9,48	8,88	9,33
Parámetros Calentamiento de planchas	11,11	8,97	8,78	8,61	9,98

Ajuste general	9,49	9,11	8,26	7,88	7,87
----------------	------	------	------	------	------

Nota: Autoría propia.

En la figura 36 mediante una gráfica se identifica como será el cambio a través de los meses proyectados con relación de los transcurridos.



**Figura 36.** Comparativo. Autoría propia, con datos tomados de la empresa.

Posteriormente manteniendo el porcentaje de mejor antes mencionada, se realiza la elaboración del indicador de productividad, que refleja la situación actual de la empresa junto con el prototipo de si se aplica las mejoras anteriormente planteados, en la tabla 32 se refleja la información antes mencionada.

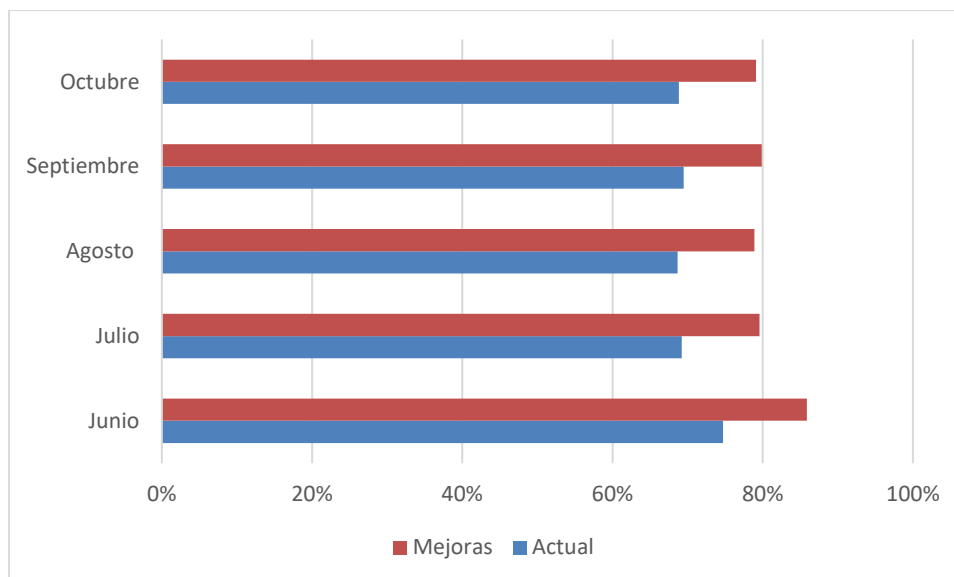
Tabla 32.

#### *Comparación indicadora de productividad*

Actual	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Productividad	75%	69%	69%	69%	69%
Mejoras	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Productividad	86%	80%	79%	80%	79%

Nota: Información tomada directamente de la empresa

En la figura 37 se da una imagen a través de una gráfica con el fin de dar a entender de forma más eficiente el resultado de la tabla 32, de cómo sería el comportamiento de la productividad analizando en estado actual y el estado de si se llegara aplicar las propuestas de mejora.



**Figura 37.** Resultado indicador productividad. Autoría propia.

Como se puede ver en la figura 37 anterior en cada uno de los meses el aumento en la productividad en promedio un 11% y deja en evidencia que se la aplicación de los cambios, tienen un efecto positivo y por lo cual mejora el rendimiento del área de producción estudiado.

### 7.5. Evaluación económica

Teniendo en cuenta cada una de las actividades y propuestas planteadas con anterioridad se decide la elaboración de la tabla 33 la cual cuenta con cada una de la aplicación a tener en cuenta de cada propuesta anteriormente evidenciada.

Tabla 33.

*Costos de implementación*

Costo de implementación Herramienta	Ítems	Cantidad	Costos	Beneficios	
TPM	Capacitación inductora de Kanban		\$ 3.000.000	Generación de información de cambios y mejoras a tener en cuenta	
	Implementos de aseo	Trapero	1	\$ 5.000	Aseo del piso
		Escoba/recogedor	1	\$ 5.000	Aseo del piso
		Jabón en polvo	1(bolsa de 1,5kl)	\$ 15.000	Ayuda para la limpieza de zona de trabajo
		Pañoleta	1(paquete de 10)	\$ 10.000	Ayuda de limpieza de superficies
		Guantes	1(caja de 100 unidades)	\$ 22.000	Implemento de protección de químicos
		Mopas (traperos)	3	\$ 15.000	Implemento para a ayuda de cuidado del suelo
	Herramientas de desinfección	Alcohol	3(botellas semanales)	\$ 36.000	Desinfección de superficies
		Paquetes de mezcla para desinfección	1(caja de 100)	\$ 120.000	Paquetes de uso diario con el fin de desinfectar trapos de algodón para su nuevo uso
		Trapos de algodón	1(caja de 25 unidades)	\$ 25.400	Ayuda de limpieza de superficies no contaminante
		Guantes	1(caja de 100 unidades)	\$ 22.000	Implemento de protección de químicos



	Listas de chequeo		\$ 26.000	Control de uso de las herramientas
<b>5S</b>	Compra de revestimiento ecopoxi 100 amarillo para suelo	1	\$ 2.377.000	Marcas en suelo para guía de zonas de cada implemento y área
	Compra de revestimiento ecopoxi 20 amarillo para superficies	1	\$ 1.230.000	Marcas de zonas para identificación de ubicación de cada una de las herramientas
	Aplicar ecopoxi	34	\$ 600.000	Colocación de cintas
	Estantes para colocar herramientas de uso y plantillas	5	\$ 650.000	Mejor organización de implementos de uso en las operaciones
	Capacitación 5S		\$ 1.250.000	Información y modo de uso de ellas
	Listas de chequeo		\$ 26.000	Control de uso de zonas y herramientas
	Desprendibles pagables de marcación de zonas	6	\$ 50.000	Marcación de zonas para facilitación de usos de herramientas
<b>Kanban</b>	Bandejas de uso	5	\$ 65.700	Bandejas para el desplazamiento de materia prima
	Fichas de identificación	5	\$ 26.000	Fichas de control de envío a producción
<b>Poka Yoke</b>	Contacto hexagonal	1	\$ 46.000	Detección de errores en el sistema

	Tablero de manómetros	1	\$ 250.500	Control de actividades y errores
	Regla de películas	1	\$ 23.000	Control visual de uso de papel de empaque
	Fichas para marcación de cuidado de equipos	2	\$ 16.500	Identificación visual de estados de maquinaria
<b>Smed</b>	Redistribución de actividades		\$ 120.000	Identificación y reducción de actividades innecesarias
<b>Actividades básicas de mantenimiento</b>	Resma de papel, con formatos impresos	1	\$ 24.000	Formatos de evaluación y recorrido de zonas
	Carpeta de seguimientos	1	\$ 1.200	Organización de actividades o evaluación de aplicación
	Esferos	1	\$ 2.000	Implemento para llenar formatos
<b>Total</b>			\$10.059.300	

Nota: Autoría propia.

Posteriormente en la tabla 34 se evidencian los beneficios actuales del sistema de producción sin la implementación o aplicación de las propuestas esta tiene en cuenta la suma de las dos etapas del proceso.

Tabla 34.

*Valor actual de operación*

Actividades	Tiempo de ejecución (m)	Tiempo de pérdida (%)	Representación en dinero por tiempo perdido	Turno 8 horas	Mes
Armado de dosificador	30	10,8	\$ 42.282	\$ 338.256	\$ 9.471.168
Dosificación de Salsa	15	5,4	\$ 21.141	\$ 169.128	\$ 4.735.584
Formado	13	4,68	\$ 18.322	\$ 146.577	\$ 4.104.172
Abre Fácil	14	5,04	\$ 19.731	\$ 157.852	\$ 4.419.878
Sellado 1	20	7,2	\$ 28.188	\$ 225.504	\$ 6.314.112
Sellado 2	25	9	\$ 35.235	\$ 281.880	\$ 7.892.640
Sistema de corte	10	3,6	\$ 14.094	\$ 112.752	\$ 3.157.056
Cambio de guías	10	3,6	\$ 14.094	\$ 112.752	\$ 3.157.056
Parámetros Calentamiento de planchas	18	6,48	\$ 25.369	\$ 202.953	\$ 5.682.700
Ajuste General	10	3,6	\$ 14.094	\$ 112.752	\$ 3.157.056
<b>Total</b>	<b>165</b>	<b>59,4</b>	<b>\$ 232.551</b>	<b>\$ 1.860.408</b>	<b>\$ 52.091.424</b>

Nota: Autoría propia.

Estos costos son tomados en base a la información recolectada previamente al momento de interpretar el costo por minuto se tiene en cuenta el costo del producto vs el tiempo de elaboración el cual como resultado da \$ 3.915 el costo por minutos de cada operación desde la llegada hasta su despacho, en la tabla 35 se evidencia cual será el beneficio con las implementaciones de la propuesta.

Tabla 35.

*Beneficios de implementación.*

Actividades	Tiempo de ejecución (m)	Tiempo de pérdida (%)	Representación en dinero por tiempo perdido	Turno 8 horas	Mes
Armado de dosificador	20	6,4	\$ 25.056	\$ 200.448	\$ 5.612.544
Dosificación de Salsa	8	2,56	\$ 10.022	\$ 80.179	\$ 2.245.018
Formado	8	2,56	\$ 10.022	\$ 80.179	\$ 2.245.018
Abre fácil	8	2,56	\$ 10.022	\$ 80.179	\$ 2.245.018
Sellado 1	12	3,84	\$ 15.034	\$ 120.269	\$ 3.367.526
Sellado 2	16	5,12	\$ 20.045	\$ 160.358	\$ 4.490.035
Sistema de corte	6	1,92	\$ 7.517	\$ 60.134	\$ 1.683.763
Cambio de guías	6	1,92	\$ 7.517	\$ 60.134	\$ 1.683.763
Parámetros Calentamiento de planchas	10	3,2	\$ 12.528	\$ 100.224	\$ 2.806.272
Ajuste General	6	1,92	\$ 7.517	\$ 60.134	\$ 1.683.763
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>32</b>	<b>\$ 125.280</b>	<b>\$1.002.240</b>	<b>\$28.062.720</b>

Nota: Autoría propia.

Se evidencia que la diferencia por la aplicación de dichas propuestas generan un gran cambio en el sistema tanto diario como anualmente, de pasar de un costo de producción de \$ 52.091.424 anuales a un costo de producción de \$ 28.062.720.

## Conclusiones

Las herramientas de lean manufacturing permiten desarrollar simultáneamente la confiabilidad de los procesos con la sincronización de las operaciones. La confiabilidad de los procesos los resaltamos principalmente en estos cuatro aspectos, Máquina; con la confiabilidad de las máquinas, Materiales; cumpliendo las especificaciones, Métodos probados; en la implementación de los diferentes modelos de dicha herramienta, Mano de Obra; contando con las personas y sus habilidades durante el proceso. La sincronización y velocidad (Flujo continuo) de las operaciones; siendo eficientes en la planeación y ejecución de las operaciones adaptadas al diseño del proceso para garantizar una respuesta oportuna a las necesidades del mercado. La metodología propuesta adicionalmente es considerada como una de las mejores prácticas y herramienta enfocada en lograr los objetivos de productividad de la línea de producción de albóndigas, permitiendo con esto hacer visible los problemas y resolviéndolos de forma ágil y efectiva en el nivel que corresponda para asegurar los resultados.

Las prácticas y herramientas generadas en el desarrollo de la propuesta fueron; monitorear en un periodo corto de tiempo los indicadores foco del área para reportar las desviaciones y generar acciones inmediatas para corregir la desviación y así evitar impactos mayores en el proceso. Realizar reconocimiento del área de trabajo a partir de un recorrido para identificar los problemas y actuar con eficacia, garantizando con esto el flujo continuo del proceso. Articular los equipos de trabajo para resolver las desviaciones foco del momento de manera ágil y escalar al siguiente nivel aquellas situaciones que no lograron ser resueltas. Proporcionar la información necesaria de los indicadores KPI (Key Performance Indicator) indicadores claves del desempeño, en función de alcanzar los objetivos y asignar los recursos para las acciones definidas, mediante la recolección de datos y el plan de tabulación de la información utilizando como aliada la herramienta Excel de Microsoft.

La metodología de lean manufacturing en propuesta para la empresa alimentos cárnicos, en el proceso de producción de albóndigas, como una herramienta de optimización y mejora continua, es considerada como esencial y de alto valor, permitiendo el logro de objetivos estratégicos, a través de la productividad, competitividad y sostenibilidad.

## Referencias

- Arango Serna.M, Zapata. L. (2015). *Mejoramiento de proceso de manufactura utilizando Kanban*. san martin: Revista de ingenieros.
- Colombia, m. d. (2011). *codigo sustantivo de tabajo* . Colombia : gobierno nacional .
- E, Y. (2005). *El estudio de caso como metodología de investigación: teoría, mecanismos causales, validación*. serie de documentos de trabajo.
- EOI. (18 de 12 de 2011). *EOI*. Obtenido de <https://www.eoi.es/blogs/nayellymercedeslazala/2011/12/18/lean-manufacturing-y-sus-herramientas/>
- Feddy, J. (2001). *Implantación del sistema smed en un proceso de impresión flexográfica* . Inglaterra: universidad Umist.
- Guachisaca, J., & Caiche, S. (2011). *Aplificando smed para reducir costos por*. peru: ICM.
- Javier, T. (26 de 09 de 2016). *OEE*. Obtenido de <https://www.sistemasoe.com/lean-manufacturing/>
- lean, P. (15 de 04 de 2014). *Progressa lean*. Obtenido de <https://www.progressalean.com/que-es-smed/>
- leyes.co. (2020). *leyes.co*. Obtenido de [https://leyes.co/codigo\\_sustantivo\\_del\\_trabajo/348.htm](https://leyes.co/codigo_sustantivo_del_trabajo/348.htm)
- Mojica Osorio, D. (2018). *Universidad Catolica de Colombia* . Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/jspui/bitstream/10983/22396/1/T.G.-Diego%20M%C3%B3jica-V18.pdf>
- MTM. (febrero de 2015). *MTMingenieros* . Obtenido de <http://mtmingenieros.com/knowledge/que-es-smed/>
- Paloma, P. (2018). *Implantación de la metodología smed en una línea de montaje*. Argentina : Tesis.
- Pose, C. P. (2015). *Metodo de Evaluación para la mejora del despliegue de lean manufacturing*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Ramirex Cortes, F. (2017). *Universidad de la Sabana*. Obtenido de [intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/33108](http://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/33108)
- S.A, G. (26 de 12 de 2012). *Calidad y ADR*. Obtenido de <https://aprendiendocalidadyadr.com/lean-manufacturing/>

- Salazar.B. (4 de 11 de 2019). *Ingenieria industrial*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-ooe/>
- Sanchez.v, Negrete.D. (11 de 10 de 2013). Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones Mercy empleando herramientas de Lean Manufacturing. 1534-1541. Estados Unidos: Aragon MV.
- Shingo, S. (2017). *Una revolucion en la produccion* . Madrid: Routledge.
- Socconini, L. (2019). lean manufacturing. paso a paso. Barcelona : Marge books.
- Solano, K. L. (09 de 07 de 2019). *Universidad inca garciliso de la vega* . Obtenido de <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/4438>
- Tobón Collazos, V. & Villegas Gómez, L. V. . (2017). *VITELA*. Obtenido de <http://vitela.javerianacali.edu.co/handle/11522/8774>

**Anexos**

**Anexo 1**

Registro de problemas

<b>PLANTA/ FABRICA</b>		<b>PEQUEÑO EQUIPO</b>		
<b>LÍNEA</b>		<b>PRODUCTO/ PROCESO / COMPONENTE</b>		

ITEM	CARACTERIZACION DEL PROBLEMA			DETECCION				CONSECUENCIAS			
	CODIGO	DESCRIPCION	PRODUCTOS AFECTADOS	FECHA	HORA, TURNO	ORIGEN	LUGAR, PROCESO, OPERACIÓN	TIPO	PERDIDAS Y OTROS EFECTOS	CANT, UNID	VALOR

ORIGEN DE LA DETECCIÓN			TIPO DE PÉRDIDA	
A- Abastecimiento	Q- Calidad	M- Ma	P- Perdida de Producto	D- Devolucion Venta
P-Produccion	S- Seguridad	C- Clie	M- Pérdida de Materiales	I- Imagen Corporativa

**Figura 38.** Anexo 1









**Anexo 5**

Análisis de setup

<b>ANÁLISIS DE SETUP</b>							Proceso:		Fecha:				
									Resp.:				
N°	ACTIVIDAD	ACTUAL		ANÁLISIS ECRS				PROPUESTA DE MEJORA					
		TIEMPO INTERNO	TIEMPO EXTERNO	ELIMINAR	COMBINAR	REDUCIR	SIMPLIFICAR	TIEMPO INTERNO	TIEMPO EXTERNO	DISTANCIA RECORRIDA	PERSONAS		ACCIÓN
											OPERADOR	AUXILIAR	

**Figura 42.** Anexo 5. Autoría propia.

