



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación de Lean Manufacturing para disminuir desperdicios de la
empresa Frigoinsa S.A.C., Pacanga, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORAS:

Flores Elías, Ruth Isabel (ORCID: 0000-0003-3580-6226)
Tejada Nuñez, Ninoska Xiomara (ORCID: 0000-0001-5549-5045)

ASESOR:

Mg. Cruz Salinas, Luis Edgardo (ORCID: 0000-0002-3856-3146)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión empresarial y productiva

CHEPÉN – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres Jorge y Verónica, por su amor infinito, por la confianza, por su paciencia, por darme apoyo moral y económico, sé que no fue nada fácil pero dentro de mi trayectoria universitaria estuvieron en mis momentos difíciles. Los Amo y estaré agradecida con ustedes, por su esfuerzo en sacarnos adelante a mi hermano y a mí.

Flores Elías, Ruth Isabel

A mis padres Miguel Tejada y Sonia Nuñez, porque ellos son la motivación de mi vida y mi razón de progresar.

A mis hermanas Camila y Romina, por ser mi apoyo en las buenas y malas.

A toda aquella persona que me haya contribuido felicidad y aprendizaje a lo largo de esta etapa. Gracias.

Tejada Nuñez, Ninoska Xiomara

Agradecimiento

A Dios, por regalarme una maravillosa familia y las oportunidades que me da día a día, la fortaleza de vencer cualquier obstáculo y la fuerza para cumplir todas las metas que me voy trazando.

Flores Elías, Ruth Isabel

Agradezco eternamente a Dios por haberme iluminado y permitirme seguir adelante, con sabiduría, paciencia y hacer realidad una de mis aspiraciones. A cada una de las personas que colaboraron con un granito de arena para que este proyecto se haga realidad, mi eterno agradecimiento por su incondicional apoyo y ayuda. Y gracias a mí, por mi esfuerzo, por cada noche sin dormir, por cada vez que intenté rendirme y no lo hice. Gracias.

Tejada Nuñez, Ninoska Xiomara

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de la investigación	10
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos	12
3.6. Métodos de análisis de datos.....	13
3.7. Aspectos éticos.....	13
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN.....	52
VI. CONCLUSIONES	56
VII. RECOMENDACIONES.....	57
REFERENCIAS.....	58
ANEXOS	45

Índice de tablas

Tabla 1. Causa de los desperdicios del proceso de producción	17
Tabla 2. Tiempo de espera en el proceso de producción.....	19
Tabla 3. Porcentaje total de desperdicios de producción	20
Tabla 4. Solución de las causas de la empresa	21
Tabla 5. Tiempo observado de lavado de la máquina moledora	24
Tabla 6. Actividades para el lavado de máquina moledora internas y externas... 26	
Tabla 7. Tiempo observado del lavado de la máquina volumétrica.....	27
Tabla 8. Actividades para el lavado de máquina volumétrica internas y externas.28	
Tabla 9. Número de observaciones para el N° de ciclo.....	30
Tabla 10. Número de observaciones para el tiempo estándar	32
Tabla 11. Tiempo estándar.....	35
Tabla 12. Tiempo de paradas de las máquinas.....	37
Tabla 13. Eficiencia global de los equipos	38
Tabla 14. Máquinas y equipos para mantenimiento	38
Tabla 15. Programa de mantenimiento preventivo	40
Tabla 16. Calculo del OEE mejorado	42
Tabla 17. Tiempo de espera en el proceso de producción.....	44
Tabla 18. Porcentaje de desperdicios después de la mejora.	45
Tabla 19. Comparación de los indicadores de la variable dependiente	46
Tabla 20. Prueba de normalidad para el total tiempo de espera en el proceso productivo.....	48
Tabla 21. Prueba de normalidad para el porcentaje total en el proceso de producción.....	49
Tabla 22. Prueba de t student para el tiempo de espera en el proceso productivo.	50
Tabla 23. Prueba de t student para el porcentaje total de desperdicio en el proceso de producción.....	51

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Procesos de entradas y salidas	14
Figura 2. Flujograma de proceso.....	15
Figura 3. Diagrama de Ishikawa.....	16
Figura 4. Diagrama de Pareto de las causas del desperdicio de la producción. ...	18
Figura 5. Diagrama de análisis de proceso inicial	22
Figura 6 Diagrama de análisis de proceso mejorada	36
Figura 7. Capacitación al personal de la empresa frigoínca.....	43
Figura 8. Comparación de los indicadores	47

Resumen

En la presente investigación se determinó que al aplicar las herramientas de Lean manufacturing lograron disminuir los desperdicios de la empresa Frigoínca S.A.C, El estudio fue aplicado, con un diseño pre experimental y con un enfoque cuantitativo. Se aplicaron herramientas como la estandarización de procesos, el SMED y el TPM. La presente investigación tuvo como población todos los procesos del área de producción de la empresa Frigoínca S.A.C., 2021. Las técnicas empleadas para la recolección de información fueron la observación, análisis documental y la encuesta. Los resultados obtenidos por la mejora fue, la disminución del tiempo de proceso a 239.37 minutos, en las máquinas moledora y volumétrica se redujo su tiempo de preparación en 3.63 minutos y 5.34 minutos respectivamente y el indicador OEE aumentó a 89%. En conclusión el porcentaje total de desperdicio logró disminuir en 8.30% y el tiempo de espera en el proceso productivo descendió a 91.88 minutos, obteniendo un ahorro de 313.87 minutos, los cuales fueron utilizados para la producción. Se aplicó la prueba de t-Student para realizar la contrastación de las dos hipótesis, obteniéndose un nivel de significancia de 0.000 lo que permitió su aceptación.

Palabras clave: Lean manufacturing, desperdicios, procesos

Abstract

In the present investigation it was determined that when applying Lean manufacturing tools they had a positive effect on reducing waste at Frigoínca S.A.C. The study was applied, with a pre-experimental design and with a quantitative approach. Tools such as process standardization, SMED and TPM were applied. The present research had as a population all the processes of the production area of the company Frigoínca S.A.C., 2021. The techniques used for the collection of information were observation, documentary analysis and the survey. The results obtained by the improvement were, the reduction of the process time to 239.37 minutes, in the grinding and volumetric machines their preparation time was reduced by 3.63 minutes and 5.34 minutes respectively and the OEE indicator increased to 89%. In conclusion, the total percentage of waste managed to decrease by 8.30% and the waiting time in the production process decreased to 91.88 minutes, obtaining a saving of 313.87 minutes, which were used for production. The t-Student test was applied to test the two hypotheses, obtaining a significance level of 0.000 which allowed its acceptance.

Keywords: Lean manufacturing, waste, processes

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años las empresas han tenido como gran meta lograr un excelente desempeño de sus procesos a nivel mundial, esto se fue demostrando con la suma de los constantes adelantos tecnológicos industriales, la globalización de mercados y la manufactura, lo que ocasionó grandes crecimientos en los sectores y áreas de la empresa (Goncales y Antonioli, 2020). Con el avance de las recientes tecnologías han tenido un mejor equilibrio en sus procesos, debido a que la única forma en que una empresa pueda crecer y mantenerse satisfactoriamente es incrementando sus ganancias, que esto puede hacerse mediante el constante mejoramiento de su calidad y con eso también nos referimos a su productividad, tiempos de espera sobre producción e inventarios (Hamja, Maalouf y Hasle, 2019).

En el Perú aplicar la metodología Lean Manufacturing en las empresas a generado una mejora continua y ha permitido optimizar los recursos y desechar todo tipo de desperdicios que generen pérdidas en los procesos de producción, sin tener en cuenta el tipo y tamaño de la empresa o el rubro a la que está relacionada (Dresch, Collatto y Lacerda, 2018).. Además, al realizar su aplicación también se centra en enfrentar los diferentes desafíos al momento de resolver los diferentes problemas que puedan aquejar a la empresa, en donde estos pueden producir fallas en la calidad de los productos o servicios que se ofrecen (Jaca et al, 2018). La Metodología Lean Manufacturing quiere buscar cambiar las mentes de los trabajadores, haciendo crear lazos laborales que inciten a mejorar cada área a las que forman parte para su mismo bienestar como el de la empresa y clientes. Así mismo es una metodología de trabajo, que se enfoca en mejorar y optimizar la producción, eliminando todo tipo de desperdicios o las operaciones que necesitan mayor recursos de lo establecido (Villacreses, Jaramillo y Perero, 2017).

Producto de la aplicación de esta metodología se pretende generar grandes beneficios, tanto la mejora de calidad del producto como minimizar pérdidas en la materia prima y aumentar los ingresos de la empresa. La investigación se desarrollará en la empresa Frigoinsa S.A.C., que está ubicada en el distrito de Pacanga, anteriormente se producía un buen producto cárnico pero con algunas situaciones y fallas en el proceso de producción provocaron considerables pérdidas.

La empresa Frigoinsa S.A.C, se dedica a la fabricación de conservas cárnicas, cuyo producto son comercializados a nivel nacional tanto público como privado en diferentes partes del país. En la empresa existieron grandes cantidades de desperdicios durante el proceso de producción, también ocurría un excesivo tiempo de preparación de la máquina al momento de cambiar un producto a otro por la deficiente manipulación de las máquinas. Así mismo el problema radical surgió aún más cuando ocurrían paradas en las máquinas por averías y procesos de producción no estandarizados, esto generaba tiempo improductivo en la producción, desperdicios de la materia prima y procesos que no agregan valor, como resultados se obtenían productos defectuosos los cuales no servían para la venta. De una forma detallada se puede explicar lo que ocurría con el refer (cámara de refrigeración), ya que en esta se recepciona la materia prima en canastillas pero esta no se encontraba rotulado ni ordenado acorde al producto, provocando que a la hora de sacar un producto para procesar eran liberadas todas las canastillas ocasionando una equivocación para poder identificar el producto que se estaba necesitando, lo que generaba una espera en la proceso de producción. En la línea del proceso existía abundante merma de materia prima ya que al momento de picar el producto y vaciar la materia prima a la volumétrica se empezaba a caer demasiado producto al piso ocurriendo grandes cantidades de desperdicios. La problemática mencionada estaba afectando a la productividad y a los costos de producción de la empresa, por tal motivo fue necesario implementar las herramientas de Lean Manufacturing. Por ello, el estudio realizado tuvo el propósito de responder el siguiente interrogante: ¿Cómo la aplicación de Lean Manufacturing disminuye los desperdicios de la empresa Frigoinsa S.A.C., Pacanga, 2021?

El proyecto de investigación se justificó de manera teórica porque buscó la oportunidad ejecutar herramientas de mejora para la solución de los problemas que se encontraron en el proceso productivo con la finalidad de mantener en óptimas condiciones las maquinarias, una producción estandarizada, eliminando tiempos de ocios no planificados. Por otro lado, se justificó metodológicamente, porque siguió el rigor científico, por lo que servirá como antecedente a futuras investigaciones de variables similares. Por último, la justificación práctica pretendió disminuir los desperdicios que surgieron en el proceso de producción con la utilización de las herramientas de lean manufacturing.

El objetivo general de investigación que se planteó fue: Aplicar las herramientas de Lean Manufacturing para disminuir los desperdicios de la empresa Frigoinsa S.A.C., Pacanga, 2021.

Los objetivos específicos que sirvieron para alcanzar al objetivo general fueron: Realizar un diagnóstico de la empresa y medir e identificar las causas que generan desperdicios en el proceso productivo de conservas; como segundo objetivo específico consistió en aplicar las herramientas Lean Manufacturing; y como último objetivo fue determinar la disminución generado en los desperdicios después de haber aplicado las herramientas de lean manufacturing y ser comparada con la inicial.

Las hipótesis que se planteó en la presente investigación fue: La aplicación de la metodología Lean Manufacturing disminuirá los desperdicios de la empresa Frigoinsa S.A.C., Pacanga, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Se buscaron fuentes de investigación donde sustentan el éxito de este estudio, se procesó la información y los resultados obtenidos en cada empresa. Por lo que tenemos a Beltrán Rodríguez y Soto Bernal (2017) su estudio titulado fue, “Herramientas lean manufacturing para mejorar el proceso de recepción y despacho empresa HLF Romero S.A.S”. Tuvo como objetivo mejorar el proceso y las operaciones de recepción y despacho a través de las herramientas de lean. Fue un estudio aplicativo. En su recopilación de información utilizó la observación y análisis documental. Hicieron uso de las herramientas como las 5s, Kaizen, SMED y VSM. Como resultado de la investigación de las 5s y el SMED que fueron aplicadas en el área de recepción de la materia prima permitió reducir los excesivos recorridos que realiza el personal en 7,2%, el tiempo de espera en cada operación y en el área de despacho disminuyó en un 37,2% y 23,6% respectivamente. En conclusión disminuyeron significativamente los desperdicios tanto en tiempo de espera como en los tiempos de movimiento del material.

De la misma forma los autores Umba Rodríguez y Duarte Cordón (2017) en su trabajo titulado, “Implementación de las herramientas lean manufacturing para la reducción del tiempo de ciclo en la empresa el Goloso almojábanas Factory”. El principal objetivo fue aminorar el tiempo de ciclo para el proceso productivo. Fue un estudio aplicativo con un diseño pre-experimental. Como resultados de esta investigación el nuevo tiempo de horneado se redujo a 58,5 minutos por lote, lo que representa una disminución notable en el tiempo de horneado del 7.1%, facilitando a la fábrica a procesar mayor cantidad de producción de una manera más eficiente y en cuanto a la herramienta SMED logró reducir el tiempo de calentamiento del horno al 46% lo que corresponde en un tiempo de 28 minutos que tardaría 0.49 lotes de almojábanas en hornearse.

Seguidamente tenemos a Gálvez Bazalar y Zamora Gonzales (2021) en su trabajo titulado, “Lean manufacturing en la eliminación de despilfarro para el aumento de la productividad de una PYME de industria textil”. Su objetivo fue disminuir los desperdicios y eliminar las actividades que no agregan valor. Fue un estudio de tipo aplicado. Así mismo empleo un mapa de actividades de proceso, haciendo cálculos con los indicadores como la productividad, índice de productos defectuosos y la

eficiencia. Se obtuvo como resultado una disminución del tiempo que no agrega valor en el proceso del 38.72% y así mismo incrementó la productividad en un 20% que generó un aumento en la producción de 22 unidades más por día. En conclusión se demostró la efectividad que surge para la mejora de la productividad de la empresa.

Otro trabajo encontrado es del el autor Bermejo Díaz (2019) que tiene por título: “Lean manufacturing para mejorar el proceso de fabricación en una empresa de calzados, Trujillo”. Tuvo como objetivo la eliminación de los desperdicios en el proceso de fabricación de calzados. Fue un estudio aplicado, de tipo pre experimental. Como población de estudio fue todo el proceso de fabricación de calzados. Para la obtención de datos se emplearon las técnicas del análisis documental y como instrumentos usaron los reportes de producción y tiempos de producción. Así mismo aplicaron herramientas como las 5s, Jidoka, Kanban y el SMED. Obteniéndose como resultados en cuanto a la herramienta Jidoka permitió reducir a 4 pares de calzados defectuosos, lo que representa una disminución del 57.4% del calzado defectuoso, en la herramienta SMED redujo el tiempo de preparación en el cambio de lote durante la fabricación en 4.7 minutos es decir en un 47,22% ha surgido la disminución. En conclusión la empresa logró incrementar a 16 pares de calzados diarios.

Según Pereda Beltran y Romero Torres (2020) su trabajo llamado, “Ejecución de las herramienta de lean manufacturing para la disminución de los desperdicios en una maderera en la empresa Export Valle Verde SAC”. Su objetivo principal fue reducir los desperdicios durante el proceso de fabricación. El trabajo fue aplicado, aplicaron herramientas Layout, mantenimiento autónomo y VSM. Como resultados en cuanto a la aplicación del mantenimiento autónomo se redujo el 89.31% del número de fallas, así mismo también se logró reducir la materia prima desperdiciada en un 10% durante todo el proceso de producción y además tuvo una disminución del tiempo de ciclo total de producción a un 11.75%.

Para Montero Pretell (2018) en su estudio titulado, “Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una curtiembre en inversiones Junior SAC”. El objetivo fue implementar herramientas Lean para lograr mejorar la productividad. La investigación fue de tipo aplicativo. Tuvo como población de estudio a 13

actividades que integran la cadena de procesamiento de producción y la muestra fue igual a la población. Para la recolección de datos hizo uso de la observación directa y como herramientas se empleó visual stream mapping, diagrama de Ishikawa y de Pareto y el SMED. Como resultado del estudio se generó una reducción del 49.48% del tiempo de producción, logrando pasar de 1.52 a 0.75 minutos por cada unidad. En conclusión la productividad de la empresa aumentó en un 1.77% pasando a producir 15.73 pies²/h-h a 16.1 pies²/h-h.

Aucasime Gonzales y Tremolada Cruz (2020) en su tesis titulada, “Eliminación de desperdicios aplicando las herramientas Lean para mejorar la eficiencia de la empresa industria manufacturera”. Tuvo como finalidad eliminar los desperdicios de la empresa a través de las herramientas de la manufactura esbelta. Fue una investigación experimental. Como resultados se obtuvieron aumentos en las eficiencias de las máquinas a un 13% y una disminución de los tiempos del 22.5%. En conclusión aumentó la capacidad de producción y generó un 80% de conocimiento acerca de la mejora en el personal.

Con respecto a la teoría que sustentó este proyecto se tuvo en cuenta la variable independiente que fue lean manufacturing para Samudio Delgado (2020) nos dice que está enfocado en diagnosticar actividades sin valor agregado, permitiendo aplicar diversas herramientas para mejorar esas actividades y así lograr tener un proceso optimizado.

De la misma manera los autores Rojas y Gisbert (2017) señalan que es una filosofía de mejora enfocada a la optimización del proceso de producción, mediante la eliminación de los desperdicios de todo tipo.

Asimismo para, Pearce, Pons y Neitzert (2018) agrega que lean manufacturing al eliminar los desperdicios incrementa la calidad del producto mientras los tiempos y costos de producción descienden en un muy corto plazo.

Los autores, Oliveros, Granja y Dionisio (2018) declara que lean está enfocado a la mejora continua de todos los elementos de la cadena valor ya sea estratégicamente, operacional o de apoyo, pero es importante resaltar que está dirigido a reducir los costos y esto se mediante la reducción de los despilfarros presentados en los procesos.

Según Martínez (2019) se refieren a lean Manufacturing en quien busca eliminar los desperdicios durante los procesos operativos de la producción.

En cuanto a la primera herramienta o dimensión utilizada en este proyecto fue la estandarización de procesos que consiste en unificar las actividades donde se reduzcan los desperdicios, teniendo así una mejora continua en los procesos, en la que ayuda al mismo tiempo a disminuir costos (Risco, 2018).

$$APA = \left(\frac{TA - NAV}{TA} \right) \times 100$$

APA: actividades de proceso de abastecimiento

NAV: número de actividades no generan valor

TA: total actividades

$$TS = TN \times (1 + S)$$

TS: tiempo estándar

TN: tiempo normal

S: suplementos

La estandarización permite centrar o adaptar las actividades a un proceso (Arango Berrío, 2020). Así mismo el autor Carvajal Manobanda (2020), menciona que el trabajo estandarizado es la base de la mejora continua en la que se enfoca a realizar actividades eficientes sin ocasionar ningún tipo de desperdicio.

Seguidamente se tuvo al mantenimiento productivo total, que se enfoca en cambiar las actividades de mantenimiento en actividades productivas, todos los operarios deberían aprender a realizar un mantenimiento correcto de equipos (Ecos Huaman, 2020).

Así mismo el mantenimiento productivo total (TPM) busca maximizar la eficiencia global de la maquinaria o equipo utilizados durante un proceso de producción, tiene como finalidad la eliminación de averías, accidentes, esto se realiza con el apoyo del personal de la empresa (Pacana y Woźny, 2017).

Para Sangode (2018) menciona que el objetivo del TPM es convertir las actividades de mantenimiento en actividades productivas, teniendo como pieza fundamental al mantenimiento autónomo, así mismo guarda cierta relación con respecto a la limpieza (5s), lo beneficios que conlleva la correcta aplicación de esta herramienta es, aumenta la confiabilidad de los equipos y mejora la calidad de productos.

En este caso se aplicó esta herramienta TPM a través del indicador eficiencia global (Pombal et al, 2019).

$$\text{Eficiencia global del equipo (OEE)} = D \times R \times C$$

Dónde:

D = Disponibilidad tiempo que el equipo está operando.

La disponibilidad se calcula: tiempo operativo (TO) / tiempo planificado de producción (TPO). TPO= tiempo total de trabajo – tiempo de paradas planificadas y TO= TPO – paradas no programadas.

R = Rendimiento o nivel de funcionamiento de acuerdo con los tiempos de paro.

Se calcula: Total de unidades producidas / (TO / tiempo de ciclo).

C = Calidad o fracción de la producción obtenida que cumple con los estándares de calidad.

Se calcula: Unidades conformes / total de unidades producidas.

El indicador OEE nace como un KPI's, relacionado a crear mejoras con el procedimiento del TPM, lo importante de esto, es que evalúa en un solo indicador de porcentaje todos los parámetros involucrados en los procesos de producción (Díaz, Catari, De Jesús, Díaz y Quezada, 2020).

En cuanto a la otra herramienta que se utilizó fue al SMED que busca reducir los tiempos de preparación al mínimo posible ya sea en la intervención en el cambio de una máquina o algún otro tipo de producto durante la línea de producción (García Alcaraz, 2018).

Favela, Escobedo, Romero y Hernández (2019) señala que el SMED significa cambio rápido del modelo, enfocado en realizar una serie de pasos para disminuir

el tiempo de cambio ya sea por una herramienta, molde o aislamiento las cuales intervienen en el proceso productivo.

$$\text{Tiempo de preparación de máquina} = \left(\frac{\text{tiempo actual}}{\text{tiempo anterior}} \right) \times 100$$

De acuerdo con Villaseñor y Galindo (2017) hay 8 tipos de desperdicios, que son: sobreproducción, exceso de inventario, defectos, proceso que no agregan valor, esperas, transporte, exceso de movimiento y creatividad no utilizada.

Asimismo, para Jiménez y Gisbert (2017) llama desperdicio a una operación o actividad que gasta los recursos pero que al final no brinda un valor al producto o servicio perjudicando un aumento en los costos y sobretiempos del proceso.

Lean Manufacturing está enfocado estrictamente en la eliminación del desperdicio. Por eso según Zúñiga y Rubiano (2018) menciona que uno de los tipos de desperdicio es el tiempo de espera, ya que se debe cuando hay tiempos ociosos que no están siendo empleadas durante las actividades del proceso productivo, haciendo que no genera ningún valor en el producto, aumentando costos de maquinaria y mano de obra. Esto fue medido de la siguiente manera:

Tiempo de espera en el proceso productivo = Tiempo muerto del operario + tiempo de espera de la MP + tiempo de parada en la línea de proceso (Minutos /semana) (Mallma Tapia, 2020).

Así mismo en el trabajo de investigación se tuvo como dimensión los desperdicios de producción, de tal manera que todo producto defectuoso debe ser desechado por que no cumple con los requerimientos del cliente (Dhiravidamani, 2018). Esto fue analizado con la siguiente fórmula:

$$\% \text{total de desperdicios} = \left(\frac{\text{cantidad de desperdicios en kg}}{\text{cantidad de unidades fabricadas en kg}} \right) * 100$$

Los gráficos y diagramas son representaciones de recopilación de información detallada, para interpretar y buscar soluciones de acuerdo al resultado obtenido (Da Silva, 2021).

Oliveros, Granja y Dionisio (2018) declara que lean está enfocado a la mejora continua de todos los elementos de la cadena valor ya sea estratégicamente, operacional o de apoyo, pero es importante resaltar que está dirigido a reducir los costos y esto se mediante la reducción de los despilfarros presentados en los procesos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Tipo de investigación

La investigación fue un estudio aplicado, porque se utilizó conocimientos de fuentes teóricas para la solución de problemas (Alban, Arguello y Molina, 2020). Este estudio empleó teorías referente a lean manufacturing con el fin de determinar la disminución de los desperdicios.

Diseño de investigación

El proyecto tuvo un diseño experimental de tipo pre experimental. Ya que Cabezas, Naranjo y Torres (2018), nos dice que el diseño pre experimental es aquel donde se mide la variable dependiente antes y después de aplicar el estímulo sobre un solo grupo de análisis. La presente investigación fue pre experimental porque se aplicó un estímulo (Lean Manufacturing) para determinar la disminución en la variable dependiente (Desperdicios).

3.2. Variables y operacionalización

Las variables de esta investigación según su clasificación por su naturaleza fueron cuantitativas, por lo que presenta una escala de razón, cabe resaltar que la variable independiente fue lean manufacturing y como variable dependiente fue desperdicios.

Variable independiente: Lean Manufacturing

Definición conceptual: Lean Manufacturing es una filosofía de producción que busca erradicar el desperdicio en los procesos operativos con el fin de que estos sean lo más eficientes posible (Martinez, 2019).

Definición operacional: Lean manufacturing evaluó a través de las siguientes dimensiones, estandarización de procesos, mantenimiento productivo total y el SMED (Samudio Delgado, 2020).

Dimensiones e indicadores: La primer dimensión fue estandarización de procesos, con la que se midió con las actividades de proceso de abastecimiento y el tiempos estándar, la segunda dimensión fue el TPM y tuvo como indicador el indicador OEE que es la eficiencia global de los equipos y por último el SMED con su respectivo indicador tiempo de preparación.

Escala de medición:

Los indicadores tuvieron una escala de medición de razón.

Variable dependiente: Desperdicios

Definición conceptual: según Jiménez y Gisbert (2017) definen al desperdicio como aquella actividad que consume recursos pero que no agregan ningún valor al producto o servicio, perjudicando un aumento en los costos y sobretiempos del proceso.

Definición operacional: Esta variable fue analizada a través de las dimensiones de porcentaje de desperdicios de producción y tiempo de espera en el proceso productivo (Jiménez y Gisbert, 2017).

Dimensiones e indicadores: Las dimensiones de porcentaje de desperdicios de producción fue medido por el porcentaje total de desperdicios en el proceso de producción, y la segunda dimensión tiempo de espera en el proceso productivo se midió con el tiempo de espera en el proceso productivo (Minutos).

Escala de medición:

Los indicadores tuvieron una escala de medición de razón.

Estas variables fueron presentadas en una matriz de operacionalización, dónde se puede visualizar las respectivas definiciones, dimensiones, indicadores y sus respectivas escalas de medición (ver anexo 1).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Según Deroncele (2020) nos dice que la población se hace llamar como un universo, agrupa a todos los elementos de un estudio (p. 88). La presente investigación tuvo como población todos los procesos del área de producción de la empresa Frigoinsa S.A.C., 2021.

Criterios de inclusión: Rodrigues y Cabral (2017) mencionan que son aquellas características particulares que tienen que conformar parte del estudio. Todos los procesos del área de producción que pertenecen a los años 2020 y 2021.

Criterios de exclusión: Representan al conjunto de elementos, los cuales deben ser separados para un mejor estudio y obtención de resultados (Rodrigues y Cabral, 2017). Los procesos del área de producción que han sido realizados en horas extras.

Muestra: La muestra fue igual a la población.

Muestreo: El muestreo fue no probabilístico por conveniencia.

Unidad de análisis: Fue un proceso del área de producción.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Las técnicas de recolección de datos a emplear fueron: La observación, la encuesta y el análisis documental.

Instrumentos

En cuanto a los instrumentos fueron los siguientes: se aplicó un cuestionario, ficha de registro para la cantidad de mermas, ficha de registro de productos defectuosos, ficha de registro de tiempos, ficha de registro para el indicador SMED, ficha de registro para las fallas en las máquinas y una ficha de registro para el indicador del OEE.

Valides

Los instrumentos que empleados fueron validados por tres expertos ingenieros industriales de la Universidad César Vallejo, esto se pueden evidenciar en anexos el certificado de validez de los expertos.

3.5. Procedimientos

Se procedió a realizar las coordinaciones con los directivos de la empresa, quien permitió el acceso a sus instalaciones y se obtuvo la información necesaria para el éxito de la investigación.

Se siguió con los procedimientos del cumplimiento del primer objetivo que consiste en realizar un diagnóstico de la empresa y medir e identificar las causas se aplicó un cuestionario (anexo 1), en donde se detalló de manera gráfica a través de un diagrama de Ishikawa y de Pareto, así mismo se midió el porcentaje de productos defectuosos inicial y el indicador de tiempo de espera en el proceso productivo.

Para el segundo objetivo específico que consiste en aplicar las herramientas Lean Manufacturing en la empresa, se empleó la observación de campo y el análisis documental y como instrumento se utilizó una ficha de registro para el indicador SMED (anexo 6), ficha de registro para las fallas en las máquinas (anexo 7) y una ficha de registro para el indicador del OEE (anexo 8), para conocer las actividades más críticas a mejorar con sus respectivos tiempos, permitiendo realizar una estandarización de los procesos, se evaluó el tiempo de preparación que se demora en la máquina, y así mismo se aplicó la herramienta TPM siendo evaluado con el indicador OEE.

Y por último se determinó la disminución generado en los desperdicios después de haber aplicado las herramientas, para ello se hizo con la ayuda de las fichas de registro de desperdicios y de tiempos en la que nos ayudó a comparar el impacto producido.

3.6. Métodos de análisis de datos

En la investigación se aplicó el análisis descriptivo ya que durante la aplicación de las herramientas lean, se interpretan tablas y gráficos, así mismo se usó la estadística inferencial para realizar la contratación de la hipótesis. Se analizó la normalidad de los datos con el estudio de Shapiro Wilk, luego se definió según el resultado, la prueba empleada fue la T student. El análisis se realizó con la ayuda del software estadístico SPSS.

3.7. Aspectos éticos

Los investigadores presentaron una información clara y confiable de los datos expuestos, aplicando los principios éticos tales como la beneficencia, autonomía y justicia, esto permitió ser transparente y objetiva, guardando la confidencialidad requerida, además los investigadores asumieron la responsabilidad si se presentara alguna dificultad durante el estudio.

IV. RESULTADOS

Diagnóstico actual de la empresa y medir e identificar las causas que generan desperdicios.

Se tuvo la oportunidad de visitar y conocer el interior de la empresa FrigoInca S.A.C, donde se extrajo información necesaria, clara y real para el desarrollo de la investigación.

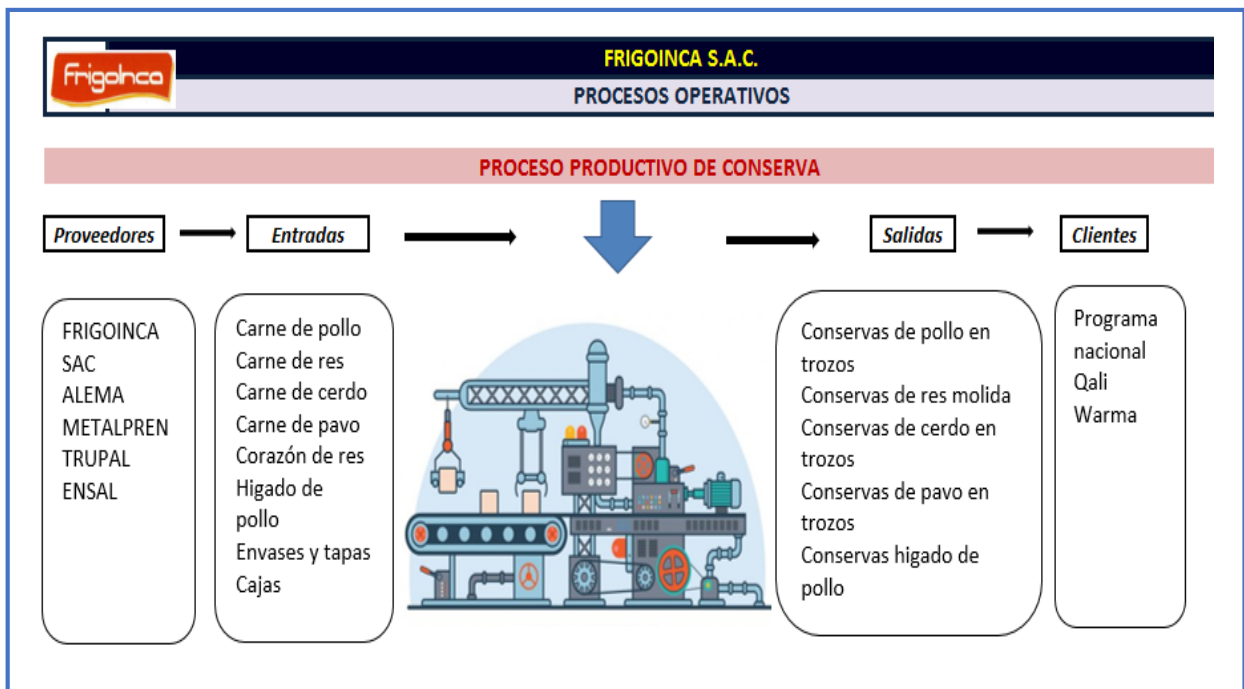


Figura 1. Procesos de entradas y salidas
Fuente: Elaboración propia.

En forma detallada se realizó un flujograma de las actividades realizadas en el proceso de producción, en la que sirvieron para diagnosticar y evaluar ciertos puntos críticos del proceso.

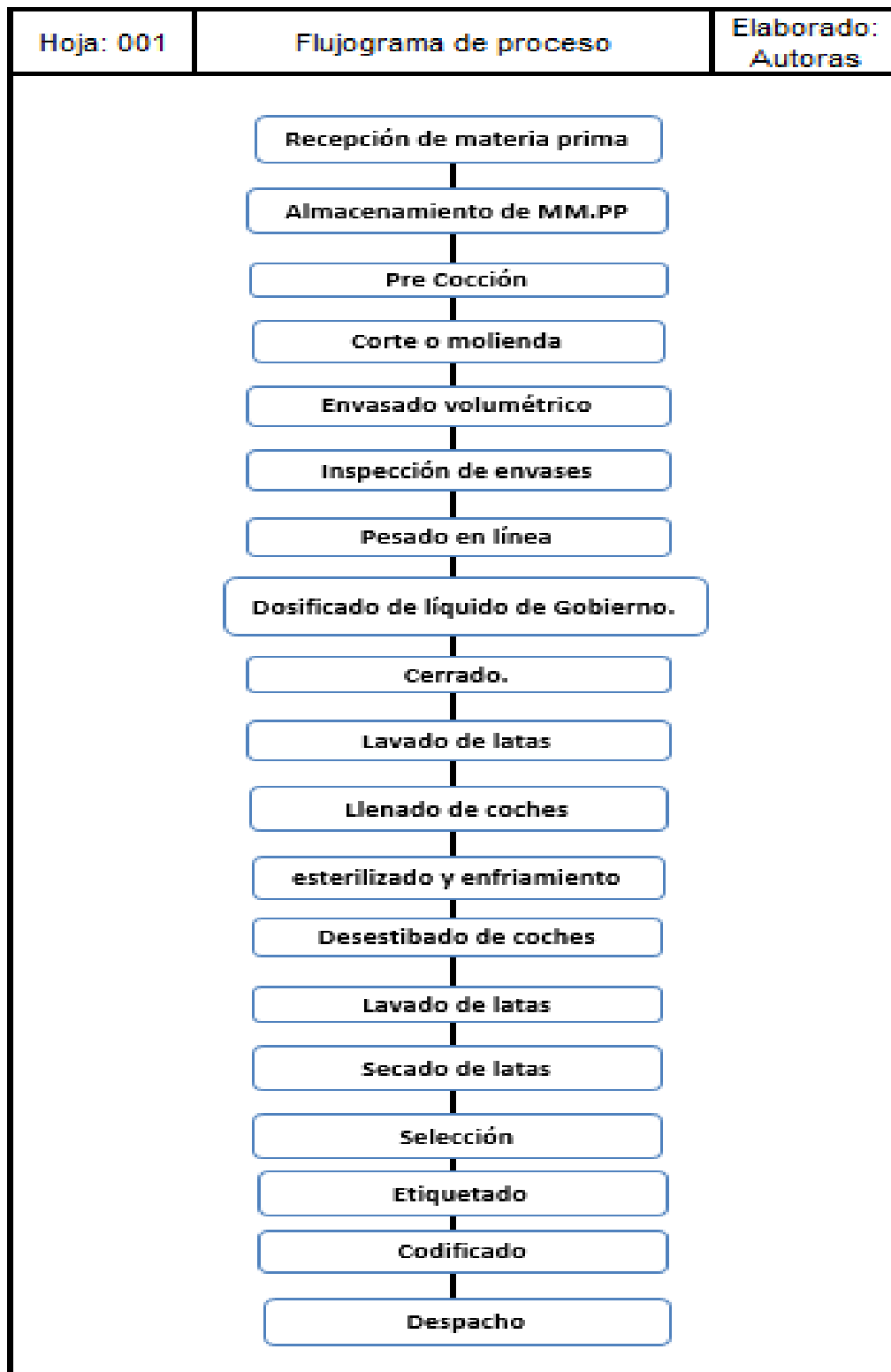


Figura 2. Flujograma de proceso

Después de haber analizado las actividades se identificó las principales causas que generan desperdicios en el proceso productivo de conservas, gráficamente se pueden apreciar en el siguiente diagrama.

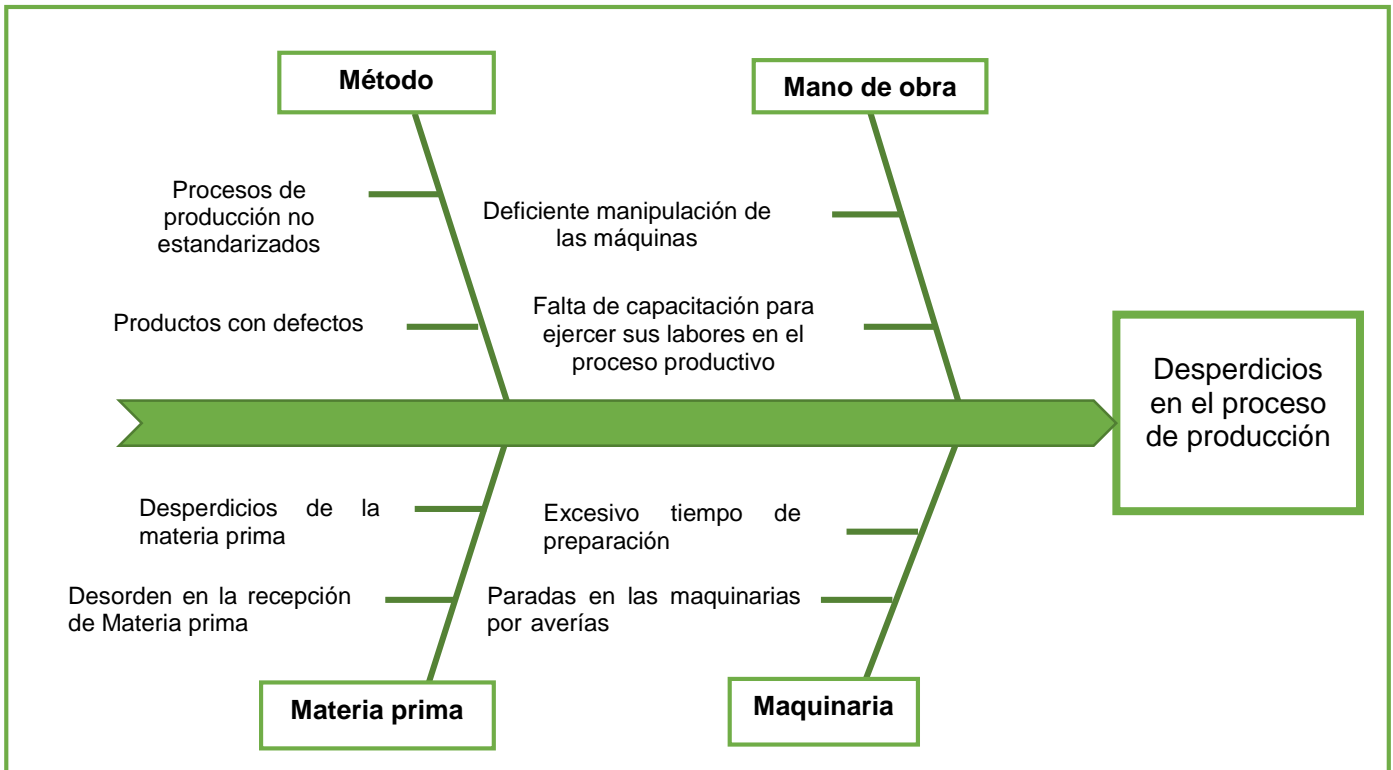


Figura 3. Diagrama de Ishikawa

De las causas encontradas que ocasionan desperdicios en el proceso de producción se procedió a clasificar de acuerdo a la ocurrencia generada.

Tabla 1. Causa de los desperdicios del proceso de producción

N°	Causas	Frecuencia	Porcentaje
1	Procesos de producción no estandarizados	52	22%
2	Excesivo tiempo de preparación	41	18%
3	Deficiente manipulación de las máquinas	35	15%
4	Paradas en las maquinarias por averías	29	13%
5	Falta de capacitación para ejercer sus labores en el proceso productivo	26	11%
6	Desperdicios de la materia prima	24	10%
7	Desorden en la recepción de Materia prima	15	6%
8	Productos con defectos	10	4%

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo las causas mencionadas en la tabla anterior fueron representadas a través de un diagrama de Pareto con su respectivo porcentaje acumulado, para determinar las causas principales 80-20, esto se observa en la siguiente figura.

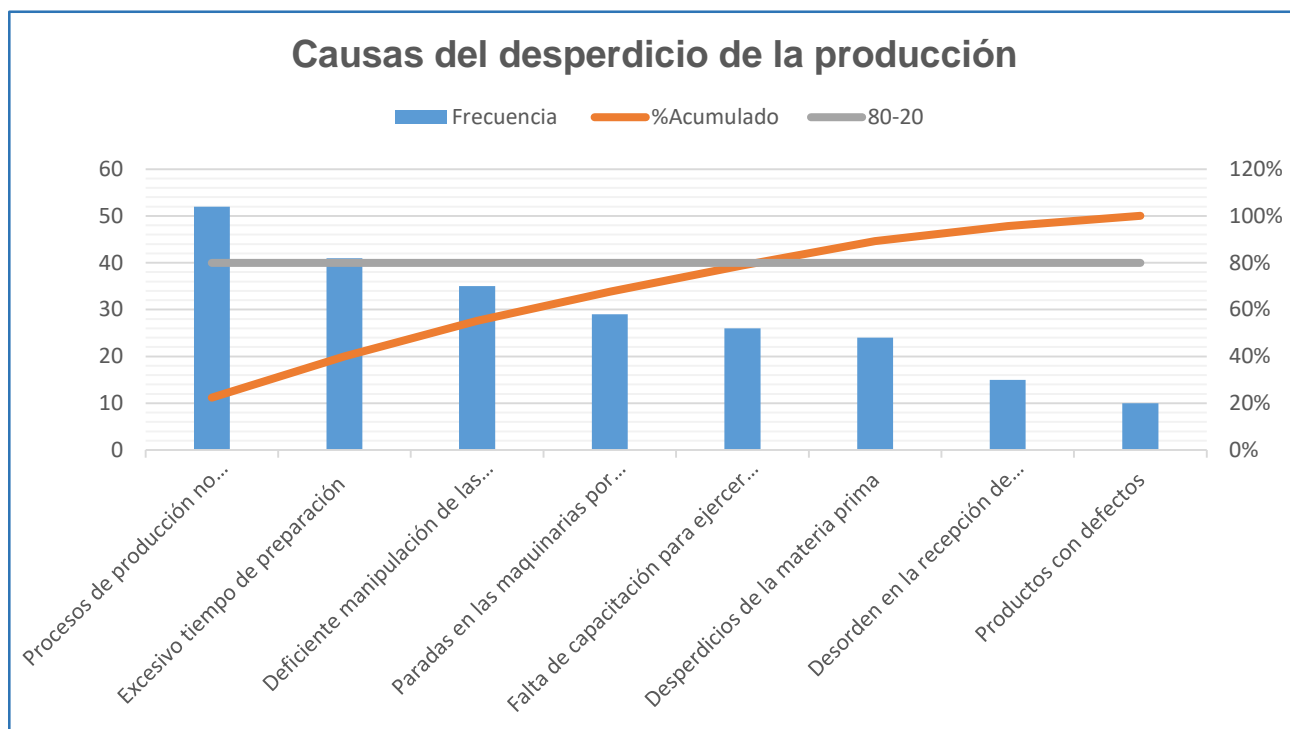


Figura 4. Diagrama de Pareto de las causas del desperdicio de la producción.

Se puede observar que los factores que tienen mayor incidencia en los desperdicios del proceso de producción son: procesos de producción no estandarizados, excesivo tiempo de preparación, deficiente manipulación de las máquinas, paradas en las maquinarias por averías y falta de capacitación para ejercer sus labores en el proceso productivo.

Indicadores de los desperdicios del proceso de producción.

Después de haber evaluado y analizado el proceso productivo se midió el tiempo de espera en el proceso productivo, ya que hay ciertos cortos tiempos que no produce ningún beneficio, por el motivo de que algunos de los procesos se encuentran en standby y los operarios se encuentran sin hacer ninguna labor y otros por el desconocimiento de sus actividades. Los tiempos en minutos por semana fueron registrados en la siguiente tabla.

Tabla 2. Tiempo de espera en el proceso de producción.

Fecha de producción	Tiempo de producción (min)	Tiempo muerto del operario (min)	Tiempo de espera sin materia prima en el proceso (min)	Tiempo de parada en la línea de proceso (min)	Total tiempo de espera (min)
1 sem-feb	4384	190	99	115	404
2 sem-feb	4354	205	89	75	369
3 sem-feb	4363	201	105	109	415
4 sem-feb	4351	180	92	126	398
1 sem-mar	4357	194	101	68	363
2 sem-mar	4353	210	111	125	446
3 sem-mar	4367	205	103	98	406
4 sem-mar	4373	206	99	109	414
1 sem-abr	4384	192	99	113	404
2 sem-abr	4385	197	98	83	378
3 sem-abr	4371	218	100	126	444
4 sem-abr	4361	191	98	141	430
1 sem-may	4356	194	88	127	409
2 sem-may	4374	218	109	76	403
3 sem-may	4372	189	101	134	424
4 sem-may	4380	203	99	83	385
Promedio	4367.81	199.56	99.44	106.75	405.75
Desviación estándar	11.40	10.27	5.99	22.61	23.21

Fuente: Elaboración propia.

Se puede deducir que el tiempo promedio de espera en el proceso productivo fue de 405.75 minutos por semana, con una desviación estándar de 23.21. Del mismo modo también se midió el porcentaje total de desperdicio durante el proceso, los resultados son los siguientes:

Tabla 3. Porcentaje total de desperdicios de producción

Fecha de producción	Materia prima (kg)	% Del producto del suelo	% Desperdicio de la máquina picadora	% Desperdicio de la máquina volumétrica	% Desperdicio de la faja volumétrica	% Desperdicio de la dosificadora	% Total de desperdicio en la línea de proceso	%Desperdicio del PT	% Total de desperdicio
1 sem-feb	53580.34	7.92%	0.34%	0.80%	0.19%	0.36%	9.61%	2.72%	12.32%
2 sem-feb	52580.34	8.29%	0.24%	0.69%	0.16%	0.32%	9.71%	2.67%	12.38%
3 sem-feb	64275.24	6.82%	0.18%	0.55%	0.14%	0.30%	7.98%	2.20%	10.18%
4 sem-feb	56290.02	7.90%	0.19%	0.62%	0.14%	0.32%	9.17%	2.80%	11.97%
1 sem-mar	63579.48	6.96%	0.29%	0.67%	0.16%	0.32%	8.40%	1.67%	10.07%
2 sem-mar	63222.72	6.91%	0.17%	0.55%	0.15%	0.30%	8.08%	3.05%	11.13%
3 sem-mar	63505.8	6.88%	0.23%	0.60%	0.16%	0.30%	8.18%	3.11%	11.29%
4 sem-mar	54709.32	7.92%	0.10%	0.54%	0.16%	0.34%	9.06%	3.05%	12.11%
1 sem-abr	58032.9	7.44%	0.24%	0.43%	0.14%	0.34%	8.59%	1.98%	10.57%
2 sem-abr	60200.34	7.24%	0.31%	0.71%	0.17%	0.20%	8.62%	3.32%	11.94%
3 sem-abr	58593.84	7.35%	0.16%	0.34%	0.18%	0.30%	8.33%	3.38%	11.71%
4 sem-abr	55348.92	7.81%	0.25%	0.68%	0.17%	0.30%	9.21%	2.57%	11.78%
1 sem-may	58321.14	7.50%	0.24%	0.66%	0.15%	0.35%	8.90%	3.20%	12.11%
2 sem-may	62674.62	6.88%	0.20%	0.58%	0.15%	0.29%	8.10%	2.04%	10.14%
3 sem-may	54600.6	8.12%	0.21%	0.65%	0.16%	0.37%	9.51%	3.02%	12.52%
4 sem-may	60081.38	7.25%	0.24%	0.64%	0.15%	0.26%	8.54%	2.22%	10.77%
Promedio	58724.81	7.45%	0.22%	0.61%	0.16%	0.31%	8.75%	2.69%	11.44%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se presentó el porcentaje de los desperdicios de producción que existen durante el proceso y que de toda la producción semanal el 11.44% en promedio representa un desperdicio de la producción.

La información detallada de cada uno de los desperdicios durante el proceso se puede encontrar en la parte de los anexos.

Luego de evaluar la situación actual y medir cada indicador, se planteó las siguientes soluciones para cada uno de las causas diagnosticadas.

Tabla 4. Solución de las causas de la empresa

Causas	Descripción	Solución
Procesos de producción no estandarizados	Algunas actividades eran realizadas el procedimiento en forma empírica, en la que no había una secuencia y actividades solo las necesarias para las operaciones. Durante la ejecución de las tareas existían actividades que malgastaban el tiempo mucho más de lo normal.	Estandarizar cada uno de los procesos, permitió reducir el tiempo innecesario en las operaciones, reducir el desperdicio de la producción, y mejorar los procedimientos de trabajo.
Excesivo tiempo de preparación	Al finalizar un lote de producción, se emplea demasiado tiempo para la preparación de las máquinas para el siguiente lote, lo que ocasiona grandes tiempos de espera para seguir produciendo.	Aplicar la herramienta SMED, permite disminuir el tiempo empleado en la preparación de las máquinas, esto agiliza el proceso de la producción.
Deficiente manipulación de las máquinas Paradas en las maquinarias por averías	Parte de los desperdicios de la producción se debe al mal estado de las máquinas, ya que no hay una operación y control adecuado para su uso y el mantenimiento.	Aplicar el TPM, se tiene un mejor control de las operaciones tanto de las máquinas como en las diferentes áreas del proceso, mantiene a disposición y en óptimas condiciones los equipos y máquinas cuando se requiera procesar.
Falta de capacitación para ejercer sus labores en el proceso productivo Desperdicios de la materia prima	Las actividades no eran realizadas correctamente, presentando diversos errores y desperdicios en la producción.	Capacitar al personal en temas de cómo desarrollar su labor correctamente en el proceso y BPM.

Fuente: Elaboración propia.

Aplicación de las herramientas lean

La primera herramienta fue aplicar una estandarización de procesos, para ellos se realizó un diagrama de procesos de cómo se encontró la empresa inicialmente.











DAP	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO						
Diagrama N° 1	Resumen						
Objetivo: Analizar las actividades	Actividades		Actual				
Proceso: Proceso cárnico	Operación		23				
Método: Actual	Transporte		8				
Actividad: Todo el proceso	Espera		1				
	Inspección		2				
Elaborado Por: Los autores	Almacenamiento		2				
	TOTAL		36				
Descripción	Tiempo (min)	Símbolos					Observaciones
							
1. Recepción de materia prima	8.50	X					
2. Inspección de la MP	3.10				X		Muestras aleatorias
3. Almacenamiento de MP	4.50					X	
4. Masajeado de la materia prima	3.60	X					
5. Materia prima colocado en canastillas	1.56	X					
6. Canastilla colocado en coches móviles	3.20	X					
7. Traslado al Horno estático a vapor	0.45		X				Existe un tiempo ocio
8. Pre cocción de la carne	13.50	X					Desperdicios en el suelo
9. Traslado al enfriamiento	0.58		X				
10. Enfriamiento en Dinos	17.10			X			Espera
11. Extracción de la carne cocida	3.00	X					
12. Traslado a la máquina moladora	0.50		X				
13. Lavado de la máquina moladora	15.37	X					Demasiado tiempo
14. Molienda de la carne	28.50	X					
15. Hacia el área volumetrica	1.20		X				
16. Lavado de la máquina volumetrica	16.50	X					Agua en el piso
17. Vaciado en jabs a la máquina volumétrica	11.20	X					Desperdicios en el suelo
17. Inspección de envases	5.40				X		
18. Pesado en línea el producto	16.30	X					Balanzas no calibradas
19. Traslado a la dosificadora	1.01		X				
20. Llenado de líquido de gobierno	3.59	X					
21. Traslado hacia la cerrado de latas	1.50		X				
22. Cerrado de latas	21.30	X					Merms de tapas
23. Pesado	13.20	X					
24. Colocar en coches	4.54	X					Desorden
25. Traslado a esterilizar en autoclaves	0.56		X				
26. Esterilización y enfriamiento	32.42	X					
27. Desestibado de coches	11.30	X					
28. Lavado de latas	3.00	X					
29. Secado de latas	4.30	X					
30. Selección	5.30	X					Desperdicios del PT
31. Hacia el área de etiquetado	0.40		X				
32. Etiquetado	4.40	X					
33. Codificado	3.34	X					
34. Encajonamiento	14.50	X					
35. Almacenamiento de producto terminado	18.40					X	
TOTAL	297.12	23	8	1	2	2	

Figura 5. Diagrama de análisis de proceso inicial

En la gráfica anterior se puede observar que el tiempo total del proceso fue de 297.12 minutos.

Se determinó también que durante el proceso existen tiempos de espera muy largos las cuales son actividades que no generaron ningún valor al producto, por lo que se llegó a las siguientes soluciones:

- Las actividades de recepción e inspección de la materia prima se unieron formando una sola actividad, y además se comenzó a almacenar por lotes en espacios ordenados evitando las confusiones y desperdicios de la materia prima.
- Los coches móviles están incorporados con canastillas, lo que facilita que la actividad del masajeado de la materia prima vaya directamente a los coches móviles.
- Los operarios que realizan la actividad del enfriamiento en dinos, mientras esperan 17.10 minutos ahora se están ocupando del lavado de la máquina moledora, lo que ayuda a acelerar el proceso. No ocasiona ningún problema debido que la operación del enfriamiento y del lavado se encuentra en la misma área, esto ayudó a eliminar el tiempo de espera innecesario y además se aplicó la herramienta SMED para reducir el tiempo de lavado para la preparación de la máquina moledora y volumétrica.
- En las actividades del lavado de latas y secado se unieron y así mismo como las actividades de etiquetado y codificado.

Para las actividades de lavado de la máquina moledora y la volumétrica se aplicó la herramienta SMED para disminuir el tiempo de preparación de las máquinas para que el producto continúe su proceso.

Etapa 1: A través de una reunión con los operarios encargados del área de molienda se explicó teorías y beneficios de la herramienta SMED.

Etapa 2: Se registró las operaciones que se realizan en un periodo de dos semanas del mes de mayo con ayuda de un cronómetro se registró dos repeticiones por semana.

Para la máquina Moledora:

Se midió el tiempo en dos semanas, cada semana se obtuvo dos promedios los tiempos y promedios más detallados se encuentran en el anexo 24 resultados fueron los siguientes:

Tabla 5. Tiempo observado de lavado de la máquina moledora

Actividad	Semana 1		Semana 2		Promedio (min)
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	
Apagar la máquina desde el tablero de control	0.34	0.32	0.32	0.34	0.33
Traer herramientas	1.27	1.28	1.28	1.27	1.27
Desatornillar máquina	1.20	1.19	1.19	1.20	1.20
Quitar partes de la máquina	0.45	0.44	0.44	0.45	0.44
Retirar todos los residuos de carne	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
Llevar la carne al recipiente de desperdicios	1.52	1.53	1.53	1.52	1.52
Buscar y traer un recipiente con agua y toallas	1.33	1.34	1.34	1.33	1.33
Lavar cada parte desmontada	1.42	1.43	1.43	1.42	1.42
Limpiar el interior de la máquina	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
Secar cada parte con toalla seca	1.43	1.42	1.42	1.43	1.42
Montar las partes de la máquina	0.58	0.57	0.57	0.58	0.57
Buscar y colocar los pernos	1.41	1.42	1.42	1.41	1.41
Inspeccionar que todo esté correcto	0.34	0.32	0.32	0.34	0.33
Encender la máquina	0.21	0.22	0.22	0.21	0.21
Total					14.70

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestran las operaciones que se realizan para la preparación de la máquina moledora, se observó que estas actividades se realizan todos los días 3 veces al día aproximadamente, obteniendo un tiempo de preparación promedio de 14.70 minutos.

Se logró identificar las actividades que generan pérdida de tiempo como: dirigirse a traer las herramientas, retirar todos los residuos de la carne y llevarlo al recipiente de desperdicios que está a una larga distancia, buscar y traer un recipiente con agua y toallas y buscar y colocar los pernos que se sacaron al momento de desatornillar la máquina.

Se modificaron las cosas que se necesitan cerca y visible al operario al momento de realizar la actividad de cambio.

- Lo que se realizó fue eliminar el transporte que el operario realiza para traer las herramientas para desatornillar la máquina, se instaló un espacio cerca de la máquina con su respectiva señalización donde están ubicadas cada herramienta que se necesita visiblemente y rápida de jalar y guardar.
- Así mismo en el momento de retirar todos los residuos de la carne y llevarlo al recipiente de desperdicios que se encuentra a una larga distancia, se colocó un recipiente cerca de la máquina para colocar los residuos al momento de limpiar tanto los residuos del piso como en el interior de la máquina, al final de la jornada de trabajo se lleva todo al descarte.
- En cuanto a la búsqueda del recipiente con agua y toallas, se instaló una cañería a 3 metros de la máquina moledora teniendo 2 recipientes y al operario se le brindó un chaleco para que pueda guardar los implementos de limpieza de mínimo peso.
- En la búsqueda de los pernos para colocar a la máquina, se mandó hacer una caja específicamente para pernos y tornillos los cuales fueron instalados en el mismo espacio donde están las herramientas.

Tabla 6. Actividades para el lavado de máquina moledora internas y externas.

Actividad	Promedio (min)	Actividades Internas	Actividades Externas
Apagar la máquina desde el tablero de control	0.33	0.33	
Traer herramientas	1.27		1.27
Desatornillar máquina	1.20	1.20	
Quitar partes de la máquina	0.44	0.44	
Retirar todos los residuos de carne	1.14	1.14	
Llevar la carne al recipiente de desperdicios	1.52		1.52
Buscar y traer un recipiente con agua y toallas	1.33		1.33
Lavar cada parte desmontada	1.42	1.42	
Limpiar el interior de la máquina	2.11	2.11	
Secar cada parte con toalla seca	1.42	1.42	
Montar las partes de la máquina	0.57	0.57	
Buscar y colocar los pernos	1.41		1.41
Inspeccionar que todo esté correcto	0.33	0.33	
Encender la máquina	0.21	0.21	
Total	14.70	9.17	5.54

Fuente: Elaboración propia

Podemos analizar que el tiempo total que se demora para el lavado de la máquina moledora es de 14.70 minutos. Las actividades internas tuvieron un tiempo de 9.17 minutos y las externas de 5.54 minutos. Obteniendo una diferencia de 3.63 minutos con la mejora de la herramienta SMED.

Para la máquina volumétrica:

Se midió el tiempo en dos semanas, cada semana se obtuvo dos promedios los tiempos y promedios más detallados se encuentran en el anexo 25 resultados fueron los siguientes:

Tabla 7. Tiempo observado del lavado de la máquina volumétrica

Actividad	Semana 1		Semana 2		Promedio (min)
	Promedio	Promedio	Promedio	Promedio	
Apagar la máquina desde el tablero de control	0.24	0.20	0.20	0.24	0.22
Traer herramientas	1.40	1.43	1.43	1.27	1.42
Desarmar pernos	1.56	1.52	1.52	1.20	1.54
Quitar partes de la máquina	1.03	1.03	1.03	0.45	1.03
Sacar residuos de carne	1.30	1.31	1.31	1.14	1.30
Trasladar los residuos al área de desperdicios	1.20	1.21	1.21	1.52	1.20
Buscar y traer un recipiente con agua y toallas	1.21	1.25	1.25	1.33	1.23
Lavar cada parte desarmada	1.54	1.55	1.55	1.42	1.54
Limpiar el interior de la volumétrica	2.24	2.24	2.24	2.11	2.24
Secar cada parte con la toalla seca	1.21	1.23	1.23	1.43	1.22
Armar las partes de la máquina	1.22	1.25	1.25	0.58	1.23
Buscar y colocar los pernos	1.56	1.56	1.56	1.41	1.56
Inspeccionar que todo esté correcto	0.20	0.19	0.19	0.34	0.19
Encender la máquina	0.25	0.24	0.24	0.21	0.24
Total					16.16

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se muestran las operaciones que se realizan para la preparación de la máquina volumétrica, se observó que estas actividades se realizan todos los días en un promedio de 3 veces al día, el tiempo total fue 16.16 minutos.

Al igual que en la máquina moledora las actividades que generaron pérdida de tiempo en la máquina volumétrica fueron: traer herramientas, trasladar los residuos al área de desperdicios, buscar y traer un recipiente con agua y toallas, buscar y colocar los pernos.

- En la actividad de traer herramientas, se hizo un espacio para colocar una caja de herramientas cerca de la máquina volumétrica y además se compró herramientas que faltaban exclusivamente para la volumétrica, esto evito para no ir a traer las herramientas de las otras máquinas que ocasiona una búsqueda y pérdida de tiempo, así mismo en el mismo espacio se colocó una caja etiquetada para guardar los pernos al momento de desarmar la máquina, haciendo el armado sea más rápido.
- Cerca de la máquina se instaló un recipiente para colocar los residuos que arroja durante el lavado de la máquina volumétrica.
- La instalación de una cañería de agua en la máquina moledora fue una actividad estratégica porque benefició tanto a la máquina moledora como a la volumétrica ya que queda cerca para ambas para recoger agua.

Tabla 8. Actividades para el lavado de máquina volumétrica internas y externas.

Actividad	Promedio (min)	Actividades Internas	Actividades Externas
Apagar la máquina desde el tablero de control	0.22	0.22	
Traer herramientas	1.42		1.42
Desarmar pernos	1.54	1.54	
Quitar partes de la máquina	1.03	1.03	
Sacar residuos de carne	1.30	1.30	
Trasladar los residuos al área de desperdicios	1.20		1.20
Buscar y traer un recipiente con agua y toallas	1.23		1.23
Lavar cada parte desarmada	1.54	1.54	
Limpiar el interior de la volumétrica	2.24	2.24	
Secar cada parte con la toalla seca	1.22	1.22	
Armar las partes de la máquina	1.23	1.23	
Buscar y colocar los pernos	1.56		1.56
Inspeccionar que todo esté correcto	0.19	0.19	
Encender la máquina	0.24	0.24	
Total	16.16	10.75	5.41

Fuente: Elaboración propia

Podemos analizar que el tiempo total que se demora para el lavado de la máquina volumétrica es de 16.16 minutos. Las actividades internas tuvieron un tiempo de 10.75 minutos y las externas de 5.41 minutos. Obteniendo una diferencia de 5.34 minutos con la mejora de la herramienta SMED.

Etapa 3:

Se realizó un análisis del porcentaje de mejora mediante el SMED basado en las actividades que se ejecutan para el lavado de las máquinas, con el cálculo de los tiempos obtenidos, es decir, el tiempo actual y el tiempo anterior de la aplicación.

$$SMED \text{ máquina molidora} = \frac{9.17}{14.70} \times 100 = 62\%$$

$$SMED \text{ máquina volumétrica} = \frac{10.75}{16.16} \times 100 = 67\%$$

Esta operación nos permite ver que el tiempo de preparación de las máquinas durante el lavado de la máquina molidora y volumétrica se redujo a un 62% y 67% respectivamente del tiempo habitual en esta operación.

Se eliminaron algunas actividades innecesarias registradas en las actividades de lavado de las máquinas, permitiendo reducir el tiempo de preparación de las máquinas, lo que ayudó a avanzar en la línea de producción.

Con las mejoras realizadas anteriormente, a través de la eliminación de actividades innecesarias en el proceso y que no generan ningún valor, uniendo algunas actividades que se pueden hacer en paralelo y con la aplicación del SMED se redujo el tiempo de preparación de las máquinas.

Se procedió a calcular el tiempo estándar para las actividades, pero antes se tomó tiempos observados para calcular el número de ciclo, los resultados se muestra a continuación:

Tabla 9. Número de observaciones para el N° de ciclo

N°	Actividades	min	Numero de observaciones (Días)											ΣX	ΣX ²	n'	n
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
1	Recepción e inspección de materia prima	TO	7.19	7.22	7.18	7.25	7.23	7.19	7.24	7.29	7.26	7.24	7.22	79.51	574.7237	11	0.03
2	Almacenamiento de MP	TO	3.42	3.45	3.41	3.48	3.4	3.36	3.41	3.46	3.43	3.41	3.39	37.62	128.67	11	0.14
3	Masajeado de la materia prima	TO	2.65	2.68	2.64	2.71	2.69	2.65	2.7	2.75	2.72	2.7	2.68	29.57	79.50	11	0.22
4	Materia prima colocado en coches móviles	TO	2.5	2.53	2.49	2.56	2.49	2.45	2.5	2.55	2.52	2.5	2.48	27.57	69.11	11	0.23
5	Trasladado al Horno estático a vapor	TO	0.29	0.32	0.28	0.35	0.28	0.24	0.29	0.34	0.31	0.29	0.27	3.26	0.98	11	16.65
6	Pre cocción de la carne	TO	10.9	10.93	10.89	10.96	10.92	10.88	10.93	10.98	10.95	10.93	10.91	120.18	1313.03	11	0.01
7	Traslado al enfriamiento	TO	0.43	0.46	0.42	0.49	0.4	0.36	0.41	0.46	0.43	0.41	0.39	4.66	1.99	11	10.74
8	Enfriamiento en Dinos	TO	13.86	13.89	13.85	13.92	13.84	13.8	13.85	13.9	13.87	13.85	13.83	152.46	2113.11	11	0.01
9	Extracción de la carne cocida	TO	2.54	2.57	2.53	2.6	2.51	2.47	2.52	2.57	2.54	2.52	2.5	27.87	70.63	11	0.30
10	Traslado a la máquina moledora	TO	0.36	0.39	0.35	0.42	0.37	0.33	0.38	0.43	0.4	0.38	0.36	4.17	1.59	11	9.00
11	Lavado de la máquina moledora	TO	7.43	7.46	7.42	7.49	7.41	7.37	7.42	7.47	7.44	7.42	7.4	81.73	607.27	11	0.03
12	Molienda de la carne	TO	23.64	23.67	23.63	23.7	23.62	23.58	23.63	23.68	23.65	23.63	23.61	260.04	6147.36	11	0.00
13	Hacia el área volumétrica	TO	0.25	0.28	0.24	0.31	0.23	0.19	0.24	0.29	0.26	0.24	0.22	2.75	0.70	11	26.53
14	Lavado de la máquina volumétrica	TO	9.14	9.17	9.13	9.2	9.12	9.08	9.13	9.18	9.15	9.13	9.11	100.54	918.95	11	0.02
15	Vaciado en jabs a la máquina volumétrica	TO	6.62	6.65	6.61	6.68	6.6	6.56	6.61	6.66	6.63	6.61	6.59	72.82	482.08	11	0.04
16	Inspección de envases	TO	1.87	1.9	1.86	1.93	1.85	1.81	1.86	1.91	1.88	1.86	1.84	20.57	38.48	11	0.47
17	Pesado en línea el producto	TO	7.6	7.63	7.59	7.66	7.42	7.38	7.43	7.48	7.45	7.43	7.41	82.48	618.55	11	0.26
18	Traslado a la Dosificadora	TO	0.35	0.38	0.34	0.41	0.32	0.28	0.33	0.38	0.35	0.33	0.31	3.78	1.31	11	16.33

19	Llenado de líquido de gobierno	TO	2.79	2.82	2.78	2.85	2.77	2.73	2.78	2.83	2.8	2.78	2.76	30.69	85.64	11	0.21
20	Traslado hacia la cerrado de latas	TO	0.44	0.47	0.43	0.5	0.42	0.38	0.43	0.48	0.45	0.43	0.41	4.84	2.14	11	8.56
21	Cerrado de latas	TO	17.97	18	17.96	18.03	17.95	17.91	17.96	18.01	17.98	17.96	17.94	197.67	3552.14	11	0.01
22	Pesado	TO	7.44	7.47	7.43	7.5	7.42	7.38	7.43	7.48	7.45	7.43	7.41	81.84	608.90	11	0.03
23	Colocar en coches	TO	2.86	2.89	2.85	2.92	2.84	2.8	2.85	2.9	2.87	2.85	2.83	31.46	89.99	11	0.20
24	Traslado a esterilizar en autoclaves	TO	0.19	0.22	0.18	0.25	0.21	0.17	0.22	0.27	0.24	0.22	0.2	2.37	0.52	11	27.89
25	Esterilización y enfriamiento	TO	18.86	18.89	18.85	18.92	18.84	18.8	18.85	18.9	18.87	18.85	18.83	207.46	3912.71	11	0.00
26	Desestibado de coches	TO	5.83	5.86	5.82	5.89	5.8	5.76	5.81	5.86	5.83	5.81	5.79	64.06	373.08	11	0.06
27	Lavado y secado de latas	TO	4.33	4.36	4.32	4.39	4.3	4.26	4.31	4.36	4.33	4.31	4.29	47.56	205.65	11	0.10
28	Selección	TO	3.56	3.59	3.55	3.62	3.6	3.56	3.61	3.66	3.63	3.61	3.59	39.58	142.43	11	0.12
29	Etiquetado y codificado	TO	5.65	5.68	5.64	5.71	5.63	5.59	5.64	5.69	5.66	5.64	5.62	62.15	351.16	11	0.05
30	Encajonamiento	TO	9.84	9.87	9.83	9.9	9.82	9.78	9.83	9.88	9.85	9.83	9.81	108.24	1065.09	11	0.02
31	Almacenamiento de producto terminado	TO	11.72	11.75	11.71	11.78	11.7	11.66	11.71	11.76	11.73	11.71	11.69	128.92	1510.95	11	0.01

Fuente: Elaboración propia

Podemos determinar de la columna “n” el valor mayor fue, ,27.89, lo que significa que el número de ciclo fue 28, redondeándole para ser más exacto.

Por lo que a continuación se desarrolló las 28 observaciones, los resultados se muestran en la siguiente tabla 10:

Tabla 10. Número de observaciones para el tiempo estándar

N°	Min	Numero de observaciones (Días)																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	TO	7.42	7.32	7.32	7.37	7.34	7.34	7.35	7.35	7.32	7.33	7.36	7.33	7.41	7.42	7.32	7.32	7.37	7.35
2	TO	3.42	3.4	3.38	3.43	3.40	3.4	3.41	3.36	3.38	3.37	3.42	3.43	3.41	3.42	3.4	3.38	3.43	3.41
3	TO	2.65	2.69	2.65	2.65	2.62	2.54	2.50	2.56	2.55	2.6	2.71	2.66	2.64	2.87	2.69	2.65	2.88	2.68
4	TO	2.5	2.49	2.51	2.56	2.53	2.49	2.54	2.5	2.47	2.49	2.51	2.51	2.49	2.5	2.49	2.51	2.56	2.54
5	TO	0.29	0.28	0.29	0.34	0.31	0.28	0.32	0.28	0.26	0.28	0.30	0.30	0.28	0.29	0.28	0.29	0.29	0.32
6	TO	10.9	10.92	10.87	10.92	10.89	10.92	10.90	10.8	10.90	10.92	10.94	10.91	10.89	10.9	10.92	10.87	10.92	10.90
7	TO	0.43	0.4	0.44	0.49	0.46	0.4	0.47	0.43	0.38	0.4	0.42	0.44	0.42	0.43	0.4	0.44	0.49	0.47
8	TO	13.86	13.84	13.87	13.92	13.89	13.84	13.90	13.84	13.82	13.84	13.86	13.87	13.85	13.86	13.84	13.87	13.92	13.90
9	TO	2.54	2.51	2.56	2.61	2.58	2.51	2.59	2.54	2.49	2.51	2.53	2.55	2.53	2.54	2.51	2.56	2.61	2.59
10	TO	0.36	0.37	0.36	0.41	0.38	0.37	0.39	0.3	0.35	0.32	0.39	0.37	0.35	0.36	0.37	0.36	0.41	0.39
11	TO	7.43	7.41	7.44	7.49	7.46	7.41	7.47	7.41	7.39	7.4	7.43	7.44	7.42	7.43	7.41	7.44	7.49	7.47
12	TO	23.64	23.62	23.65	23.70	23.67	23.62	23.68	23.58	23.60	23.62	23.64	23.65	23.63	23.64	23.62	23.65	23.70	23.68
13	TO	0.25	0.23	0.26	0.31	0.28	0.23	0.29	0.25	0.21	0.23	0.25	0.26	0.24	0.25	0.23	0.26	0.31	0.29
14	TO	9.14	9.12	9.16	9.21	9.18	9.12	9.19	9.14	9.10	9.11	9.14	9.15	9.13	9.14	9.12	9.16	9.21	9.19
15	TO	6.62	6.6	6.63	6.68	6.65	6.6	6.66	6.62	6.58	6.51	6.62	6.63	6.61	6.62	6.6	6.63	6.68	6.66
16	TO	1.87	1.85	1.87	1.92	1.89	1.85	1.90	1.87	1.83	1.85	1.87	1.88	1.86	1.87	1.85	1.87	1.92	1.90
17	TO	7.6	7.42	7.8	7.85	7.82	7.42	7.83	7.6	7.40	7.47	7.44	7.61	7.59	7.6	7.42	7.8	7.85	7.83
18	TO	0.35	0.32	0.36	0.41	0.38	0.32	0.39	0.35	0.30	0.32	0.34	0.36	0.34	0.35	0.32	0.36	0.21	0.39
19	TO	2.79	2.77	2.81	2.86	2.83	2.77	2.84	2.79	2.75	2.77	2.79	2.80	2.78	2.79	2.77	2.81	2.70	2.84
20	TO	0.44	0.42	0.46	0.51	0.48	0.42	0.49	0.44	0.40	0.42	0.44	0.45	0.43	0.44	0.42	0.46	0.22	0.49
21	TO	17.97	17.95	17.99	18.04	18.01	17.95	18.02	17.97	17.93	17.89	17.97	17.98	17.96	17.97	17.95	17.99	18.01	18.02
22	TO	7.44	7.42	7.46	7.51	7.48	7.42	7.49	7.4	7.40	7.37	7.44	7.45	7.43	7.44	7.42	7.46	7.51	7.49
23	TO	2.86	2.84	2.88	2.93	2.90	2.84	2.91	2.8	2.82	2.81	2.86	2.87	2.85	2.86	2.84	2.88	2.93	2.91
24	TO	0.19	0.21	0.17	0.22	0.19	0.21	0.20	0.19	0.19	0.18	0.23	0.20	0.18	0.19	0.21	0.17	0.22	0.20
25	TO	18.86	18.84	18.88	18.93	18.90	18.84	18.91	18.86	18.82	18.84	18.86	18.87	18.85	18.86	18.84	18.88	18.93	18.91
26	TO	5.83	5.8	5.86	5.91	5.88	5.8	5.89	5.83	5.78	5.71	5.82	5.84	5.82	5.83	5.8	5.86	5.91	5.89
27	TO	4.28	4.35	4.33	4.29	4.32	4.43	4.38	4.31	4.43	4.32	4.28	4.29	4.23	4.28	4.35	4.33	4.29	4.38

28	TO	3.56	3.6	3.59	3.64	3.61	3.6	3.62	3.56	3.58	3.2	3.62	3.57	3.55	3.56	3.6	3.59	3.64	3.62
29	TO	5.65	5.63	5.67	5.72	5.69	5.63	5.70	5.64	5.61	5.6	5.65	5.66	5.64	5.65	5.63	5.67	5.72	5.70
30	TO	9.84	9.82	9.86	9.91	9.88	9.82	9.89	9.75	9.80	9.76	9.84	9.85	9.83	9.84	9.82	9.86	9.80	9.89
31	TO	11.72	11.7	11.74	11.79	11.76	11.7	11.77	11.72	11.68	11.6	11.72	11.73	11.71	11.72	11.7	11.74	11.70	11.77
Total		192.70	192.14	193.12	194.53	193.66	192.09	193.89	192.04	191.52	191.04	192.69	192.91	192.35	192.92	192.14	193.12	193.83	194.07

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Numero de observaciones (Días)																
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	TO Promedio	Fc	TN	Suplementos (%)	Factor de suplemento	Tiempo estándar	
7.35	7.32	7.33	7.36	7.33	7.41	7.32	7.37	7.32	7.35	7.35	1.09	8.01	14%	1.14	9.13	
3.36	3.38	3.37	3.42	3.43	3.41	3.34	3.43	3.38	3.41	3.40	1.09	3.71	14%	1.14	4.22	
2.65	2.67	2.6	2.71	2.66	2.64	2.65	2.86	2.65	2.76	2.67	1.09	2.91	14%	1.14	3.31	
2.22	2.47	2.49	2.51	2.51	2.49	2.51	2.56	2.51	2.54	2.50	1.09	2.73	14%	1.14	3.11	
0.28	0.26	0.28	0.30	0.30	0.28	0.29	0.34	0.29	0.32	0.29	1.09	0.32	14%	1.14	0.36	
10.8	10.90	10.92	10.94	10.91	10.89	10.87	10.92	10.87	10.90	10.90	1.09	11.88	14%	1.14	13.54	
0.43	0.38	0.4	0.42	0.44	0.42	0.44	0.38	0.44	0.47	0.43	1.09	0.47	14%	1.14	0.53	
13.84	13.82	13.84	13.86	13.87	13.85	13.87	13.82	13.87	13.90	13.86	1.09	15.11	14%	1.14	17.22	
2.54	2.49	2.41	2.53	2.55	2.53	2.56	2.41	2.56	2.59	2.54	1.09	2.77	14%	1.14	3.15	
0.3	0.35	0.23	0.39	0.37	0.35	0.36	0.41	0.36	0.39	0.36	1.09	0.39	14%	1.14	0.45	
7.41	7.39	7.32	7.43	7.44	7.42	7.44	7.49	7.44	7.47	7.43	1.09	8.10	14%	1.14	9.23	
23.58	23.60	23.45	23.64	23.65	23.63	23.65	23.70	23.65	23.68	23.64	1.09	25.76	14%	1.14	29.37	
0.25	0.21	0.13	0.25	0.26	0.24	0.26	0.31	0.26	0.29	0.25	1.09	0.28	14%	1.14	0.31	
9.14	9.10	8.89	9.14	9.15	9.13	9.16	9.21	9.16	9.19	9.14	1.09	9.96	14%	1.14	11.36	
6.62	6.58	6.34	6.62	6.63	6.61	6.63	6.68	6.63	6.66	6.61	1.09	7.21	14%	1.14	8.22	

1.87	1.83	1.85	1.87	1.88	1.86	1.80	1.76	1.87	1.90	1.86	1.09	2.03	14%	1.14	2.32
7.6	7.40	7.47	7.44	7.61	7.59	7.1	7.85	7.8	7.83	7.61	1.09	8.29	14%	1.14	9.45
0.35	0.30	0.32	0.34	0.36	0.34	0.36	0.41	0.36	0.39	0.35	1.09	0.38	14%	1.14	0.43
2.79	2.75	2.77	2.79	2.80	2.78	2.81	2.86	2.81	2.84	2.80	1.09	3.05	14%	1.14	3.47
0.44	0.40	0.42	0.44	0.45	0.43	0.46	0.51	0.46	0.49	0.44	1.09	0.48	14%	1.14	0.55
17.92	17.93	17.89	17.97	17.98	17.96	17.99	18.04	17.99	18.02	17.97	1.09	19.59	14%	1.14	22.33
7.1	7.40	7.37	7.44	7.45	7.43	7.46	7.51	7.46	7.49	7.43	1.09	8.10	14%	1.14	9.24
2.5	2.82	2.81	2.86	2.87	2.85	2.88	2.93	2.88	2.91	2.85	1.09	3.11	14%	1.14	3.55
0.19	0.19	0.18	0.23	0.20	0.18	0.17	0.22	0.17	0.20	0.20	1.09	0.21	14%	1.14	0.24
18.72	18.82	18.84	18.86	18.87	18.85	18.88	18.93	18.88	18.91	18.87	1.09	20.56	14%	1.14	23.44
5.66	5.78	5.71	5.82	5.84	5.82	5.86	5.91	5.86	5.89	5.83	1.09	6.35	14%	1.14	7.24
4.39	4.43	4.32	4.28	4.29	4.23	4.33	4.29	4.33	4.38	4.33	1.09	4.72	14%	1.14	5.38
3.44	3.58	3.2	3.62	3.57	3.55	3.59	3.64	3.59	3.62	3.56	1.09	3.88	14%	1.14	4.42
5.33	5.61	5.6	5.65	5.66	5.64	5.67	5.72	5.67	5.70	5.65	1.09	6.15	14%	1.14	7.02
9.75	9.80	9.76	9.84	9.85	9.83	9.86	9.91	9.86	9.89	9.84	1.09	10.72	14%	1.14	12.22
11.72	11.68	11.6	11.72	11.73	11.71	11.74	11.79	11.74	11.77	11.72	1.09	12.78	14%	1.14	14.56
190.5						192.3			194.1			210.0			
4	191.64	190.11	192.69	192.91	192.35	1	194.17	193.12	5	192.67	33.79	1	4.34	35.34	239.41

Se puede determinar que el resultado después de los 28 tiempos recolectados, se tiene un total de 239, 41 minutos estandarizados para realizar las actividades, por lo que se llevó a aplicarlo en las operaciones del proceso.

Luego que se adaptó los tiempos estándares en el proceso, se evaluó para ver si se están cumpliendo con el tiempo estándar, para ello se tomó 4 muestras, durante el desarrollo del proceso, los resultados se muestran a continuación:

Tabla 11. Tiempo estándar

N°	Elemento de la actividad	Tiempo estándar				Tiempo estándar promedio
		1	2	3	4	
1	Recepción e inspección de materia prima	9.12	9.13	9.12	9.1	9.13
2	Almacenamiento de MP	4.24	4.2	4.22	4.2	4.22
3	Masajeado de la materia prima	3.32	3.3	3.3	3.3	3.31
4	Materia prima colocado en coches móviles	3.11	3.12	3.11	3.1	3.11
5	Trasladado al Horno estático a vapor	0.35	0.37	0.36	0.4	0.36
6	Pre cocción de la carne	13.55	13.52	13.54	14	13.54
7	Traslado al enfriamiento	0.54	0.53	0.54	0.5	0.53
8	Enfriamiento en Dinos	17.21	17.23	17.21	17	17.22
9	Extracción de la carne cocida	3.14	3.15	3.16	3.1	3.15
10	Traslado a la máquina moledora	0.44	0.46	0.45	0.5	0.45
11	Lavado de la máquina moledora	9.2	9.25	9.2	9.3	9.23
12	Molienda de la carne	29.37	29.36	29.36	29	29.37
13	Hacia el área volumétrica	0.312	0.313	0.315	0.3	0.31
14	Lavado de la máquina volumétrica	11.34	11.36	11.38	11.4	11.36
15	Vaciado en jabas a la máquina volumétrica	8.22	8.23	8.22	8.22	8.22
16	Inspección de envases	2.32	2.31	2.32	2.33	2.32
17	Pesado en línea el producto	9.45	9.44	9.45	9.44	9.45
18	Traslado a la Dosificadora	0.42	0.43	0.42	0.44	0.43
19	Llenado de líquido de gobierno	3.47	3.47	3.46	3.48	3.47
20	Traslado hacia la cerrado de latas	0.56	0.55	0.54	0.55	0.55
21	Cerrado de latas	22.32	22.33	22.32	22.3	22.33
22	Pesado	9.23	9.25	9.23	9.24	9.24
23	Colocar en coches	3.54	3.55	3.56	3.54	3.55
24	Traslado a esterilizar en autoclaves	0.23	0.26	0.23	0.24	0.24
25	Esterilización y enfriamiento	23.45	23.44	23.45	23.4	23.44
26	Desestibado de coches	7.25	7.23	7.25	7.23	7.24
27	Lavado y secado de latas	5.39	5.38	5.39	5.37	5.38
28	Selección	4.41	4.43	4.41	4.43	4.42
29	Etiquetado y codificado	7.01	7.01	7.02	7.04	7.02
30	Encajonamiento	12.21	12.2	12.22	12.2	12.22
31	Almacenamiento de producto terminado	14.54	14.55	14.56	14.6	14.56
Total		239.262	239.35	239.32	239	239.37

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa que el tiempo estándar promedio mensual es de 239.37 minutos, lo que representa 57.78 minutos menos que el estado inicial.

A continuación se muestra el nuevo diagrama de análisis de proceso con un tiempo de 239.37 minutos

DAP	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO					
Diagrama N° 1	Resumen					
Objetivo: Analizar las actividades	Actividades					Actual
Proceso: Proceso cárnico	Operación	●				20
Método: Actual	Transporte	→				7
Actividad: Todo el proceso	Espera	⌒				1
	Inspección	■				1
Elaborado Por: Los autores	Almacenamiento	▼				2
	TOTAL					31
Descripción	Tiempo (min)	Símbolos				
		●	→	⌒	■	▼
1. Recepción e inspección de materia prima	9.13	X				
2. Almacenamiento de MP en lotes	4.22					X
3. Masajeado de la materia prima	3.31	X				
4. Materia prima colocado en coches móviles	3.11	X				
5. Traslado al Horno estático a vapor	0.36		X			
6. Pre cocción de la carne	13.54	X				
7. Traslado al enfriamiento	0.53		X			
8. Enfriamiento en Dinos	17.22			X		
9. Extracción de la carne cocida	3.15	X				
10. Traslado a la máquina moladora	0.45		X			
11. Lavado de la máquina moladora	9.23	X				
12. Molienda de la carne	29.37	X				
13. Hacia el área volumetrica	0.31		X			
14. Lavado de la máquina volumetrica	11.36	X				
15. Vaciado en jabas a la máquina volumétrica	8.22	X				
16. Inspección de envases	2.32					X
17. Pesado en línea el producto	9.45	X				
18. Traslado a la dosificadora	0.43		X			
19. Llenado de líquido de gobierno	3.47	X				
20. Traslado hacia la cerrado de latas	0.55		X			
21. Cerrado de latas	22.33	X				
22. Pesado	9.24	X				
23. Colocar en coches	3.55	X				
24. Traslado a estilizar en autoclaves	0.24		X			
25. Esterilización y enfriamiento	23.44	X				
26. Desestibado de coches	7.24	X				
27. Lavado de latas y secado de latas	5.38	X				
28. Selección	4.42	X				
29. Etiquetado y codificado	7.02	X				
30. Encajonamiento	12.22	X				
31. Almacenamiento de producto terminado	14.56					X
Total	239.37	20	7	1	1	2

Figura 6 Diagrama de análisis de proceso mejorada

Durante el proceso de producción había existencias de grandes cantidades de desperdicio de la materia prima, producto de las paradas de las maquinarias y una incorrecta manipulación del operario con las máquinas, además falta del conocimiento del proceso.

Por lo que se decidió aplicar el mantenimiento productivo total

Gracias a los documentos registrados por la empresa se recolectó la información de los problemas que habían ocasionado paradas en las máquinas con sus respectivos tiempos, los problemas surgidos que había sucedido fue por pernos que se habían aflojado, reparación de rodajes, atascos de la materia prima, fallas en el circuito eléctrico de las máquinas entre otros, para ello se registró cada máquina con su respectivo tiempo de parada no programada que había ocasionado.

Tabla 12. Tiempo de paradas de las máquinas

Tiempo de paradas no programadas (minutos)				
Máquina	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Cerradora	615	394	619	519
Dosificadora	477	611	450	605
Moledora	466	379	397	630
Volumétrica	460	569	533	427
Cortadora	646	337	576	547
Total	2664	2290	2575	2728

Fuente: Elaboración propia.

Tal como se observa en la tabla para cada máquina tiene sus respectivos tiempos de paradas, para hallar el OEE se tuvo en cuenta el tiempo de trabajo que laboran 6 días a la semana en un promedio de 12.10 horas al día, la información de los datos para el cálculo del OEE se encuentra en la parte de los anexos de forma detallada.

Los resultados que se obtuvieron para el indicador OEE se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 13. Eficiencia global de los equipos

Mes	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
Febrero	0.84	0.69	0.97	0.56
Marzo	0.86	0.74	0.97	0.62
Abril	0.85	0.74	0.97	0.61
Mayo	0.84	0.71	0.97	0.58
OEE		59%		

Fuente: Elaboración propia.

Se puede demostrar que el porcentaje del índice OEE durante los meses de febrero a mayo fue de 59% en promedio mensual, es decir, se clasifica deficiente, por ende la disponibilidad y rendimiento no es lo que la empresa espera.

Se decidió aplicar el TPM a través de las tres fases que son planificación, preparación y ejecución.

Planificación: Se coordinó una reunión con la directiva de la empresa y se propuso la necesidad de implementar el mantenimiento preventivo total, comprometiéndose a involucrarse y participar de la mejora, implementando capacitaciones en mantenimiento así mismo realizar charlas a los operarios incentivando a una mejora continua buscando el apoyo en todas las actividades del proceso.

Se determinó las máquinas y equipos que serán parte de la gestión del mantenimiento.

Tabla 14. Máquinas y equipos para mantenimiento

Código	Máquinas y equipos	Cantidad
CRR03	Cerradora	1
DSD-501	Dosificadora	1
M0102	Moledora	2
EV-P2	Volumétrica	1
CTR-100	Cortadora	1
M4-20P	Balanzas	5
CV200	Coches móviles	15
ATS-321	Autoclaves	3

Fuente: Elaboración propia.

Preparación: Se obtuvo la aceptación de la participación del directorio de la empresa y se comprometió en brindar los recursos necesarios para la aplicación. Se dio a conocer sobre la herramienta TPM al personal, apoyándose con algunos afiches visuales.

Se eligió a las personas que se tomaran la responsabilidad de la implementación.

Gerente: Su función fue dirigir la implementación del TPM y autorizar alguna función que se necesité tendrá ayuda de un líder de cada equipo.

Jefe: Encargado del área de producción y funcionamiento de cada máquina, él será el intermediario del gerente y los trabajadores, para saber las instrucciones e informes de los avances.

Asistente: Responsable de hacer cumplir el plan de mantenimiento que es establecido y realizado por los operarios, revisión diaria del estado de la maquinaria, informar al supervisor de mantenimiento si encuentra alguna falla, apoyar en la ejecución de las tareas de mantenimiento según corresponda.

Ejecución: Se realizó capacitaciones para involucrar a los trabajadores a realizar actividades de mantenimiento autónomo. Se asignaron responsables de mantenimiento en cada área del proceso.

Mantenimiento autónomo. Cada operario realizó actividades básicas de mantenimiento en cada puesto de trabajo: limpieza inicial, donde el trabajador limpia y ordena su espacio de trabajo. El personal realiza labores de mantenimiento básico como la lubricación y ajuste de piezas. La inspección, donde el operador detecta algunas irregularidades o fallas de los equipos.

Con el fin de que las tareas continúen ejecutándose, se implantó una auditoría del mantenimiento autónomo que se realizará con ayuda de un formato de evaluación conformado por 5 ítems en relación a lo implementado (Anexo 16).

Mantenimiento preventivo: Se elaboró un programa de mantenimiento preventivo de las máquinas, esto se muestra a continuación.

Tabla 15. Programa de mantenimiento preventivo

Código	Maquinaria / Equipo	Componentes	Trabajo	Tipo	Frecuencia (horas/periodo)
CRR03	Cerradora Angelus	Sistema de alimentación envases	Revisión o cambio de la cadena transportadora.	Mecánico	50
			Revisión paso tornillo de la cadena transportadora.	Mecánico	50
			Revisión/ alineación del sensor presencia latas	Electrónico	250
			Revisión / ajuste guía de tapas	Mecánico	100
		Sistema de Alimentación de Tapas	Revisión/ limpieza electroválvula	Electrónico	300
			Revisión/alineación y revisión del sensor nivel tapas espoleta	Mecanice / Electrónico	200/100
			Revisión/ ajuste del separador	Mecánico	50
		Sistema de Cierre de Envases	Revisión estado seguidores del brazo de la segunda operación	Mecánico	50
			Revisión/ cambio resortes segunda operación	Mecánico	50
			Revisión/ ajuste lifters	Mecánico	200
Sistema de Lubricación	Revisión de la manguera de distribución aceite puntos de lubricación	Mecánico	50		
	Revisión (fugas)	Mecánico	50		
ATS-321	Autoclaves	Sistema de Alimentación de Agua	Revisión válvula de cierre rápido	Mecánico	40
			Revisión válvula 2" 150# compuerta roscada	Mecánico	40
		Autoclaves general	Revisión empaque hidraulico 20x25 - delantero	Mecánico	40
			Revisión filtro	Mecánico	8
			Revisión válvulas de venteo	Mecánico	8
Revisión regulador de presión	Mecánico	8			
EV-P2	Volumétrica	Sistema de alimentación de envases	Revisión/ cambio bandas de transporte 1 y 2 (doble direccionada)	Mecánico	300
			Revisión/ ajuste disco giratorio y guías	Mecánico	300
			Revisión estado cilindro	Mecánico	400

		Sistema de llenado líquido de cobertura	Revisión/ limpieza electroválvula activadora del émbolo	Mecánico	400
			Revisión/ cambio gomas de sellado	Mecánico	50
CV200	Coches móviles	General	Lubricación de rodajes	Mecánico	Semanal
			Cambio de rodajes	Mecánico	Trimestral
			Limpieza general	Mecánico	Diario
M4-20P	Balanzas	General	Revisión eléctrica/ calibrar	Electrónico	Diario
			Limpieza	Mecánico	Diario
M0102	Moledora	Alimentación "alim. vibratorio"	Revisión esporádica del nivel de aceite de la caja de transmisión	Mecánico	Trimestral
			lubricación de rodamientos	Mecánico	Trimestral
			Revisión o cambio de rodillos	Mecánico	Semanal
			Ajuste de sistemas tensores y revisión de rodillera	Mecánico	Semanal
CTR-100	Cortadora	Sistema de Llenado de Producto	Revisión/ alineación del sensor	Electrónico	50
			Revisión tanque	Mecánico	400
			Revisión/cambio de cuchillas	Mecánico	Diario
			Revisión de amperaje motor reductor banda dosificador	Electrónico	750
			Revisión/ ajuste cadena transmisión motor reductor	Mecánico	200
DSD-501	Dosificador a	Dosificador línea 2 (herfraga 3)	Revisión / cambio válvulas tubería retorno líquido Dosificador	Mecánico	200
			Revisión / limpieza de bomba retorno aceite	Mecánico	200
			Revisión / limpieza bomba retorno agua	Mecánico	500
			Revisión/ limpieza bomba retorno aceite	Mecánico	500

Fuente: Elaboración propia.

Luego de la implementación del TPM se volvió a medir el indicador OEE para ver el impacto de la mejora, la información detallada de la evaluación se encuentran en los anexos, los resultados fueron los siguientes.

Tabla 16. Calculo del OEE mejorado

Mes	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
Agosto	0.97	0.91	0.99	0.88
Septiembre	0.97	0.94	0.99	0.91
Octubre	0.96	0.93	0.99	0.89
Noviembre	0.97	0.92	0.99	0.88
OEE		89%		

Fuente: Elaboración propia

Podemos interpretar que el nuevo índice del OEE después de la implementación del TPM da un porcentaje de 89%, teniendo un aumento de 30% con respecto a la evaluación inicial. Esto quiere decir que la disponibilidad, rendimiento y la calidad clasifica a un rango bueno, lo que ahora se está produciendo con menos cantidades de desperdicios y productos de calidad.

Se realizó un programa de capacitación para el personal de la empresa involucradas en el proceso de producción durante los días de los meses de junio y julio, los temas tratados se detallan en la siguiente figura.


	Empresa Frigoínca									
	Programa de capacitación al personal									
	Días de Junio					Días de Julio				
Temario	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Control de calidad	■									
Trabajo en equipo	■									
Buenas prácticas manufactura		■								
Control de desperdicios		■	■							
Procedimiento correcto para el uso de los equipos, máquinas y herramienta de trabajo				■	■					
Mantenimiento correctivo y preventivo						■	■			
Proceso de producción								■		
Como realizar las actividades del proceso de producción								■	■	
Seguridad industrial										■

Figura 7. Capacitación al personal de la empresa frigoínca

Para esto también se creó un registro de asistencia para el personal capacitado (Anexo 17).

Por otro lado se dio capacitación en temas seguridad de alimentos durante su almacenamiento y distribución al supervisor de calidad (Anexo 18).

La capacitación permitió que el personal se involucre más con las actividades del proceso y trabajen todos al mismo ritmo, promoviendo una mejora continua.

Determinar la disminución generado en los desperdicios después de haber implementado las herramientas de lean manufacturing

Tabla 17. Tiempo de espera en el proceso de producción después de la mejora

Fecha de producción	Tiempo de producción (min)	Tiempo muerto del operario (min)	Tiempo de espera sin materia prima en el proceso (min)	Tiempo de parada en la línea de proceso (min)	Total tiempo de espera (min)
1 sem-Ago	4314	32	15	20	67
2 sem-Ago	4348	70	16	20	106
3 sem-Ago	4352	20	24	28	72
4 sem-Ago	4304	64	19	14	97
1 sem-seti	4346	53	26	27	106
2 sem-seti	4312	83	17	24	124
3 sem-seti	4315	72	17	20	109
4 sem-seti	4347	47	15	28	90
1 sem-octu	4331	20	28	24	72
2 sem-octu	4326	36	28	31	95
3 sem-octu	4315	29	20	9	58
4 sem-octu	4304	41	18	20	79
1 sem-nov	4339	57	12	16	85
2 sem-nov	4317	68	28	14	110
3 sem-nov	4346	44	23	28	95
4 sem-nov	4335	68	26	11	105
Promedio	4328.1875	50.25	20.75	20.875	91.88
Desviación estándar	16.26	18.98	5.20	6.48	17.75

Fuente: Elaboración propia.

Se puede deducir que el tiempo en promedio de espera en el proceso productivo después de la mejora fue 91.88 minutos por semana, con una desviación estándar de 17.75., lo que significa que disminuyó 313.87 minutos del tiempo de espera inicial.

Y en cuanto al indicador del porcentaje de desperdicio de producción fue la siguiente.

Tabla 18. Porcentaje de desperdicios después de la mejora.

Fecha de producción	Materia prima (kg)	% Del producto del suelo	% Desperdicio de la máquina picadora	% Desperdicio de la máquina volumétrica	% Desperdicio de la faja volumétrica	% Desperdicio de la dosificadora	% Total de desperdicio en la línea de proceso	%Desperdicio del PT	% Total de desperdicio
1 sem-Ago	59354.00	1.98%	0.04%	0.25%	0.05%	0.11%	2.43%	1.05%	3.48%
2 sem-Ago	65724.00	1.85%	0.04%	0.15%	0.05%	0.10%	2.19%	0.32%	2.52%
3 sem-Ago	59737.00	1.93%	0.06%	0.22%	0.03%	0.11%	2.34%	0.95%	3.29%
4 sem-Ago	65099.00	1.65%	0.04%	0.27%	0.11%	0.08%	2.15%	0.24%	2.39%
1 sem-seti	58151.00	2.60%	0.05%	0.23%	0.09%	0.10%	3.06%	0.81%	3.87%
2 sem-seti	56909.00	1.83%	0.06%	0.31%	0.04%	0.11%	2.34%	1.04%	3.38%
3 sem-seti	59692.00	2.36%	0.03%	0.10%	0.02%	0.09%	2.60%	0.42%	3.01%
4 sem-seti	63199.00	2.11%	0.04%	0.24%	0.08%	0.09%	2.56%	0.24%	2.80%
1 sem-octu	55883.00	1.94%	0.06%	0.31%	0.12%	0.12%	2.55%	0.43%	2.98%
2 sem-octu	55604.00	2.52%	0.06%	0.27%	0.08%	0.09%	3.02%	0.63%	3.64%
3 sem-octu	58918.00	1.86%	0.06%	0.12%	0.08%	0.11%	2.22%	0.56%	2.78%
4 sem-octu	59167.00	2.19%	0.05%	0.29%	0.11%	0.09%	2.73%	0.74%	3.48%
1 sem-nov	59286.00	1.86%	0.05%	0.30%	0.05%	0.10%	2.36%	1.04%	3.40%
2 sem-nov	52787.00	2.27%	0.06%	0.10%	0.05%	0.09%	2.58%	0.52%	3.10%
3 sem-nov	56528.00	1.89%	0.04%	0.23%	0.13%	0.11%	2.40%	0.72%	3.12%
4 sem-nov	58447.00	2.11%	0.04%	0.20%	0.04%	0.09%	2.48%	0.54%	3.02%
Promedio	59030.31	2.06%	0.05%	0.23%	0.07%	0.10%	2.50%	0.64%	3.14%

Fuente: Elaboración propia.

Podemos determinar que el porcentaje de desperdicios disminuyó a gran escala después de la mejora lo que se obtuvo fue el 3.14% en promedio semanal de desperdicios, presentando una disminución del 8.3% con respecto a la evaluación del desperdicio inicial.

De esta forma se pudo comparar los indicadores de desperdicio como lo podemos ver en la siguiente tabla.

Tabla 19. Comparación de los indicadores de la variable dependiente

Indicador	Antes	Después	Disminución
<i>Tiempo de espera en el proceso productivo (minutos)</i>	405.75	91.88	313.87
Porcentaje de desperdicios (%)	11.44%	3.14%	8.30%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17 se puede observar la comparación de los desperdicios que fueron el tiempo de espera en el proceso productivo y el porcentaje de desperdicios del producto, la cual estos indicadores disminuyeron con la aplicación de la herramientas lean a 91.88 minutos y a 3.14% respectivamente.

Así mismo se puede observar en la siguiente figura 8 de una forma más detallada la mejora obtenida.

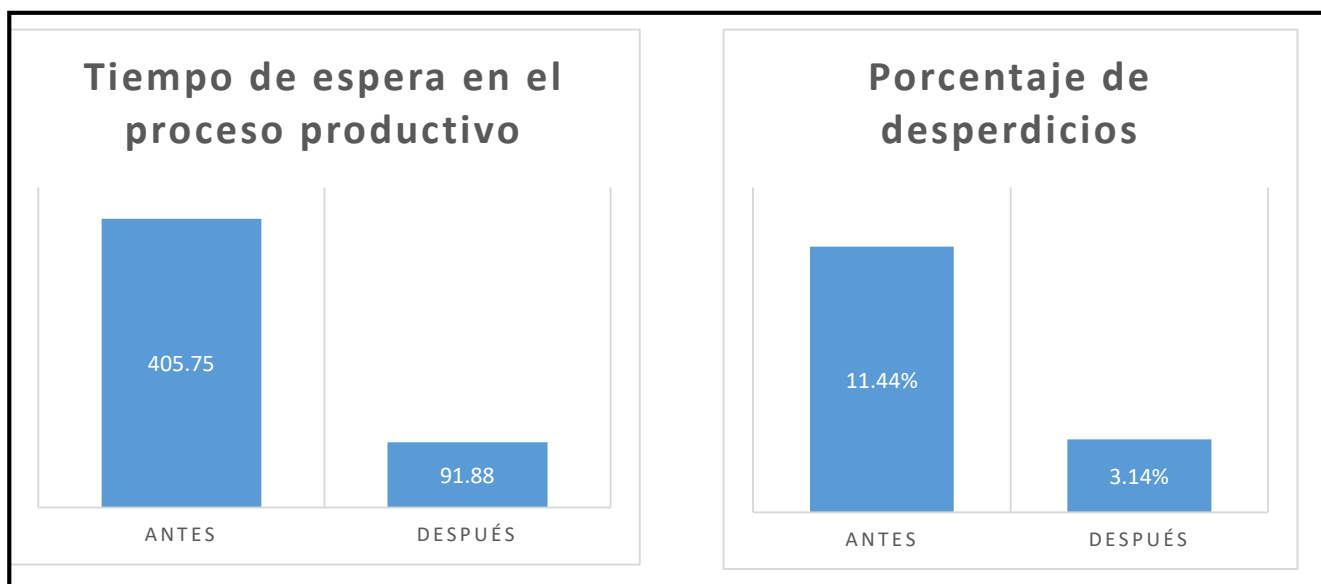


Figura 8. Comparación de los indicadores

Prueba de hipótesis

Se realizó la prueba de normalidad, aplicando la prueba de Shapiro-Wilk por tratarse de datos menores a cincuenta, se realizó a través del programa SPSS.

Las hipótesis planteadas para la prueba de normalidad se realizaron para las dos dimensiones de la variable dependiente.

En la primera dimensión para él, total tiempo de espera en el proceso productivo fueron las siguientes hipótesis de normalidad:

Ho: Los datos del tiempo de espera en el proceso productivo presentan una distribución normal.

H1: Los datos del total tiempo de espera en el proceso productivo no presentan una distribución normal.

Con el programa estadístico se obtuvo los resultados siguientes:

Tabla 20. Prueba de normalidad para el total tiempo de espera en el proceso productivo

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,156	16	,200*	,972	16	,869

Fuente: Software SPSS

Con un nivel de confianza del 95%, se obtuvieron resultados de la prueba de normalidad en un valor de significancia de 0.869, siendo este resultado mayor al 0.05, es así que se acepta la hipótesis nula, evidenciando que los datos del total tiempo de espera en el proceso productivo de la empresa de Frigoinsa presentan una distribución normal.

Las hipótesis planteadas para la prueba de normalidad para la segunda dimensión, porcentaje total de desperdicio en el proceso de producción fueron:

Ho: Los datos del porcentaje total de desperdicio en el proceso de producción presentan una distribución normal.

H1: Los datos del porcentaje total de desperdicio en el proceso de producción no presentan una distribución normal.

Con el programa estadístico se obtuvo los resultados siguientes:

Tabla 21. Prueba de normalidad para el porcentaje total en el proceso de producción

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,198	16	,092	,923	16	,190

Fuente: Software SPSS

De la tabla 19, se puede determinar que los resultados del nivel de significancia fueron de 0.190, lo que significa que es mayor al 0.05, esto quiere decir que se acepta la hipótesis nula y se afirma que los datos del porcentaje total de desperdicio de la empresa de Frigoinsa presentan una distribución normal.

Continuando, se procede a realizar la prueba de t student para las dos dimensiones que se realizaron la prueba de normalidad, las siguientes hipótesis de la investigación para, el tiempo de espera en el proceso productivo fueron:

H0: La aplicación de la metodología Lean Manufacturing no disminuirá el tiempo de espera del proceso productivo de la empresa Frigoinsa S.A.C., Pacanga, 2021.

H1: La aplicación de la metodología Lean Manufacturing disminuirá el tiempo de espera del proceso productivo de la empresa Frigoinsa S.A.C., Pacanga, 2021.

Tabla 22. Prueba de t student para el *tiempo de espera en el proceso productivo*.

		Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Diferencias emparejadas			95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior			
Par 1	Antes - Después	313,87500	34,25566	8,56391	295,62145	332,12855	36,651	15	,000

Fuente: Software SPSS

Se puede definir que el nivel de significancia de la prueba de t student fue de 0.000, esto significa que es menor a 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto queda demostrado que la aplicación de la metodología Lean Manufacturing disminuyó el tiempo de espera del proceso productivo de la empresa Frigoinsa S.A.C., Pacanga, 2021.

Con respecto a la segunda dimensión, porcentaje total de desperdicio, las hipótesis planteadas fueron las siguientes:

H0: La aplicación de la metodología Lean Manufacturing no disminuirá el porcentaje total de desperdicios del proceso de producción de la empresa Frigoinsa S.A.C., Pacanga, 2021.

H1: La aplicación de la metodología Lean Manufacturing disminuirá el porcentaje total de desperdicios del proceso de producción de la empresa Frigoinsa S.A.C., Pacanga, 2021.

Tabla 23. Prueba de t student para el porcentaje total de desperdicio en el proceso de producción

Prueba de muestras emparejadas										
Diferencias emparejadas										
			Media	Desv. Desviación n	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
		Inferio r				Superior				
Par	Antes	-	8,375	1,088	,272	7,795	8,955	30,79	15	,000
1	Después							6		

Fuente: Software SPSS

Se puede determinar que el nivel de significancia de la prueba de t student fue de 0.000, esto significa que es menor a 0.05, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto queda demostrado que la aplicación de la metodología Lean Manufacturing disminuyó el porcentaje total de desperdicios del proceso de producción de la empresa Frigoinsa S.A.C., Pacanga, 2021.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación se realizó en la empresa Frigoinsa S.A.C, en el área de producción. Se conoció el proceso productivo de la empresa y así mismo se detalló en un diagrama de flujo todos los procesos que se realiza.

Con respecto al primer objetivo específico al realizar el diagnóstico de la situación actual identificando y clasificando los problemas mediante los diagramas de Ishikawa y Pareto, se dio como resultado los siguientes problemas principales tales como: procesos de producción no estandarizados, excesivo tiempo de preparación, deficiente manipulación de las máquinas, paradas en las maquinarias por averías y falta de capacitación para ejercer sus labores en el proceso productivo. Es la razón que para la solución a los problemas anteriores se decidió aplicar herramientas lean como: La estandarización de proceso, el SMED y el TPM. Resaltando que para la recolección de datos se utilizó la técnica de la encuesta, el análisis documental y la observación.

De una forma similar el autor, Bermejo Díaz (2019) en su estudio sobre lean manufacturing para mejorar el proceso de calzados, mencionó que aplicó la técnica del análisis documental y la observación, para la recolección de la información en el interior de la empresa, de tal forma que al encontrar los problemas similares al de nuestra investigación como desorden y falta de limpieza y tiempos de preparación, decidió aplicar herramientas lean como las 5s, Jidoka, Kanban y el SMED.

Como lo afirma Aucasime Gonzales y Tremolada Cruz (2020) quien menciona que primero se debe recoger la información, empleando técnicas como la observación, encuestas o análisis documental, para luego determinar las causas y buscar las herramientas apropiadas para su solución. De ese mismo modo fue lo que se siguió en esta investigación.

Otras herramientas de diagnóstico de la problemática según Montero Pretell (2018) quien al aplicar las herramientas como Ishikawa, el diagrama de Pareto permite determinar y jerarquizar las causas generadoras de un problema específico, además estas herramientas involucran más rápido en buscar soluciones para que no se agrande los problemas ya existentes.

Para el segundo objetivo se aplicó las herramientas de lean manufacturing, pero antes de ello, se desarrolló un diagrama de procesos para aplicar la estandarización de proceso, el tiempo total de las actividades fue de 297.12 minutos, ya que luego de algunas correcciones en la actividades y con la aplicación de la herramientas SMED el tiempo de proceso disminuyó a 239.37 minutos, demostrando un ahorro de 57.77 minutos que sirvieron para aplicarlo en el proceso de producción. Así mismo el SMED aplicado en las máquinas moledora y volumétrica redujo su tiempo de preparación en 3.63 minutos y 5.34 minutos respectivamente, teniendo una reducción en porcentaje del 62% y 67%. Y por último con referente a la herramienta TPM, su indicador OEE inicial fue de 59% siendo muy bajo para el proceso de producción, por lo que se desarrolló 3 fases que son la planificación, preparación y ejecución, dentro de ello se tuvo en cuenta el mantenimiento autónomo y programa de mantenimiento preventivo, la evaluación final se descubrió que el indicador OEE aumento demostrando tener una eficiencia de las máquinas en 89%.

De la misma forma los autores Umba Rodríguez y Duarte Cerdón (2017) tuvieron como propósito disminuir el tiempo de ciclo en el proceso productivo para ello aplicaron la herramienta SMED logrando reducir el tiempo de calentamiento del horno al 46% lo que corresponde en un tiempo de 28 minutos, así mismo el nuevo tiempo de horneado se redujo a 58,5 minutos por lote, lo que representa una disminución notable en el tiempo de horneado del 7.1%. Queda evidenciado que al aplicar unas de las herramientas en este caso el SMED, permitió reducir el tiempo de ciclo para ocuparlo en producir más.

Otro resultado similar al de Beltrán Rodríguez y Soto Bernal (2017) su estudio aplicado en el proceso de recepción y despacho, aplicó la herramienta SMED que trajo como resultado la reducción del tiempo de preparación en 37.2%. Así mismo desde la posición de Bermejo (2019) en el proceso de producción de calzados aplicó herramientas de mejora, que también tuvo resultado exitosos en este caso fue con la herramienta SMED quien demostró una reducción del tiempo de preparación en el cambio de lote a 4.7 minutos es decir en un 47,22% ha surgido la disminución.

Montero Pretell (2018) también demostró que la herramienta SMED ayudó a disminuir el tiempo de preparación para la producción del 49.48%.

Posteriormente tenemos a Pereda Beltran y Romero Torres (2020) donde demostró un aumento en la eficiencia global de los equipos a 89.31% con la aplicación de la herramienta TPM, esto también permitió reducir las fallas y disminuir los tiempos no programados.

Por otro lado tenemos a Aucasime Gonzales y Tremolada Cruz (2020) quienes aplicaron las herramientas Lean como el caso del mantenimiento prodctivo total para mejorar la eficiencia de las máquinas de la empresa, la cual mejoró en un 13%. En la opinión de Pacana y Woźny (2017) el mantenimiento productivo total (TPM) busca maximizar la eficiencia global de la maquinaria o equipo utilizados durante un proceso de producción, eliminando las fallas y tiempos no programados.

Como último objetivo específico se evaluaron los resultado de la variable dependiente luego de aplicar las herramienta lean manufacturing, se descubrió que el tiempo de espera y el porcentaje de defectos disminuyeron en 91.88 minutos y 3.14% respectivamente, queda evidenciado que las herramientas mejoró el proceso productivo de la empresa a través de la solución de su problemática.

Lo anterior lo avalan los autores Martinez (2019) ya que mencionan que lean manufacturing busca eliminar los desperdicios durante los procesos operativos de la producción, partiendo desde su aplicación de las herramientas respectivas para la solución de problemas ayuda a mejorar su productividad de la empresa.

Con respecto al objetivo general quedo demostrado que las herramientas lean manufacturing disminuyó los desperdicios del proceso de producción, ya que se evidencio a través de la reducción del porcentaje total de desperdicio generado en el proceso de producción de 11.44% a 3.14%, quiere decir que se logró disminuir en 8.30%, además el tiempo de espera en el proceso productivo descendió de 405.75 minutos a 91.88 minutos, demostrando un ahorro de 313.87 minutos, esto ayudó a tener una mayor producción durante el mismo tiempo de trabajo.

El resultado anterior es similar al de Pereda y Romero (2020) quien luego de aplicar las herramientas lean en una empresa maderera, logró reducir los desperdicios del proceso de producción en un 10%, aunque hay una diferencia mayor de un 1.7% al de la nuestra investigación, cabe resaltar que depende de la actividad realizada en esta investigación se aplicó en un proceso cárnico y de la investigación hallada se

aplicó en un proceso de fabricación de productos de madera. Así mismo en cuanto al tiempo de ciclo de producción disminuyó en un 11.75%,

De la misma manera ocurrió en la investigación realizada por Aucasime Gonzales y Tremolada Cruz (2020) en su investigación quien tuvo como propósito eliminar los desperdicios aplicando las herramientas de manufactura esbelta, resaltando él logró de los tiempos de espera en 22.5%. Del mismo modo, Beltrán Rodríguez y Soto Bernal (2017) aplicó las herramientas lean manufacturing para mejorar el proceso de recepción y despacho, en este estudio los beneficios que generó fue la disminución del tiempo de espera en un 37.2 %.

Igualmente en la investigación de Gálvez y Zamora (2021) aplicó lean manufacturing para eliminar los desperdicios y aumentar la productividad, cabe resaltar que los resultados fue todo un éxito, demostrando una disminución del tiempo que no agrega valor en el proceso del 38.72% y un incremento de la productividad en un 20%. Queda demostrado que la aplicación de lean manufacturing fue todo un éxito para disminuir los desperdicios del proceso de producción de la empresa Frigoinsa S.A.C.

VI. CONCLUSIONES

El estudio de investigación llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa identificando y clasificando las causas principales que generaron desperdicios en el proceso productivo de conservas fueron: procesos de producción no estandarizados, excesivo tiempo de preparación, deficiente manipulación de las máquinas, paradas en las maquinarias por averías y falta de capacitación para ejercer sus labores en el proceso productivo. Así mismo el porcentaje total de desperdicio inicial del proceso de producción fue 11.44% y el tiempo de espera inicial fue 405.75 minutos.
2. Se aplicaron las herramientas de Lean Manufacturing, con la ayuda de un diagrama de análisis de proceso se realizó la estandarización de procesos, el tiempo total de las actividades fue de 297.12 minutos, con las mejoras y con la aplicación de la herramienta SMED disminuyó el tiempo de proceso a 239.37 minutos, demostrando un ahorro de 57.78 minutos invirtiéndolo en el proceso de producción y además las máquinas moledora y volumétrica redujo su tiempo de preparación en 3.63 minutos y 5.34 minutos respectivamente, y la herramienta TPM, su indicador OEE inicial de 59%, fue superado a 89%.
3. Después de haber implementado las herramientas de lean manufacturing se determinó que el porcentaje total de desperdicio generado en el proceso de producción se redujo de 11.44% a 3.14%, quiere decir que se logró disminuir en 8.30%, además el tiempo de espera en el proceso productivo descendió de 405.75 a 91.88 minutos.
4. Se determinó que la aplicación de las herramientas Lean manufacturing disminuyó los desperdicios de la Empresa Frigoinsa S.A.C, ya que el porcentaje total de desperdicio en el proceso de producción logró disminuir en 8.30%, además el tiempo de espera en el proceso productivo descendió de 405.75 minutos a 91.88 minutos, obteniendo un ahorro de 313.87 minutos, las cuales fueron utilizados para el proceso de producción.

VII. RECOMENDACIONES

Luego del estudio realizado exitosamente, se brindan las siguientes recomendaciones:

- Para continuar con la reducción o mantener los mismos indicadores de porcentaje de desperdicios en el proceso de producción y tiempos de espera, se recomienda realizar un seguimiento y control de las herramientas implementadas de lean manufacturing.
- Se recomienda al jefe de producción de la empresa Frigoinsa realizar estudios diversos sobre las variaciones que pueden afectar a la calidad del producto y como mejorar para seguir disminuyendo los productos observados por calidad.
- Se recomienda realizar un control mensual con los indicadores de los desperdicios, para evitar alteraciones, si en caso exista, tomar medidas correctivas para que no ocasionen gastos y baja rentabilidad.
- Además se recomienda seguir realizando capacitaciones al personal de la empresa, sobre temas de calidad, como realizar sus actividades correctamente, temas de BPM, para que el personal se sienta motivado y pueda trabajar de manera correcta y cumplir con los lineamientos de la empresa.

REFERENCIAS

ALBAN, Gladys Patricia Guevara; ARGUELLO, Alexis Eduardo Verdesoto y MOLINA, Nelly Esther Castro. Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). RECIMUNDO, 2020, vol. 4, no 3, p. 163-173.

ARANGO BERRÍO, Juliana. (2020). Estandarización del proceso logístico en la cadena de frío para la empresa c.i antillana (Para optar al título de: administrador logístico). Institución Universitaria Esumer, Colombia.

AUCASIME GONZALES, Paola Priscilla; TREMOLADA CRUZ, Sofia Fernanda. 2020. Modelo de eliminación de desperdicios basado en Lean Manufacturing y Lean Maintenance para el incremento de la eficiencia en la industria manufacturera (Para optar el grado de bachiller en Ingeniería Industrial). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima.

BELTRÁN RODRÍGUEZ, Carlos Eduardo; SOTO BERNAL, Anderson David. 2017. Aplicación de herramientas lean manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/24

BERMEJO DÍAZ, Jose Leonardo. 2019. Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas. (Tesis para obtener el grado de ingeniero industrial). Cybertesis.

CABEZAS, E., ANDRADE, D y TORRES, J. 2018. Introducción a la investigación científica. Ecuador: universidad de las fuerzas armadas, 2018. Vol. 2.ª ed. ISBN: 978-9942-765-44-4.

CARVAJAL MANOBANDA, Jéssica Alexandra. (2020). Estandarización Del Proceso De Fabricación De Tubos Pvc En La Empresa “Holviplas S.A.” (Título De Ingeniera Industrial En Procesos De Automatización). Universidad Técnica De Ambato, Colombia.

DERONCELE ACOSTA, A. Paradigmas de investigación científica. Abordaje desde la competencia epistémica del investigador. Revista Arrancada, 2020, vol. 20, no 37, p. 211-225.

DÍAZ, C et al. "Efectividad General De Equipos (OEE) Ajustado Por Costos." Interciencia, vol. 45, no. 3, Mar. 2020, p. 158+. Gale OneFile.

DHIRAVIDAMANI, P, et al. 2018. Implementation of lean manufacturing and lean audit system in an auto parts manufacturing industry - an industrial case study. International Journal of Computer Integrated Manufacturing. vol. 31, n. °6. [Fecha de consulta 28 de mayo de 2021]. ISSN: 0951-192X

DRESCH, Aline, COLLATTO, Dalila y LACERDA, Daniel. Theoretical understanding between competitiveness and productivity: firm level. Ing. Compet [en línea]. vol.20, 2018, n.º 2. [fecha de consulta: 30 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.7711B26D&lang=es&site=eds-live>

ECOS HUAMAN, Gerson Jesus (2020). "Aplicabilidad De Filosofía Lean Manufacturing Para La Disminución De Desperdicios En Empresas Manufactureras Del Sector Cerámico: Una Revisión De La Literatura Científica Periodo 2009-2019" (Bachiller en Ingeniería Industrial). Universidad privada del Norte, Lima.

FAVELA-HERRERA, M. K. I, y otros. 2019. Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. México: Revista Lasallista de Investigación, 2019. Vol. 16 no1. p. 115-133.

GÁLVEZ BAZALAR, José Fabrizio; ZAMORA GONZALES, Stefanny Alejandra. 2021. Modelo Lean Manufacturing de gestión de producción bajo el enfoque de eliminación de desperdicios para el incremento de la productividad del área de costura en una PYME de industria textil (Para optar el grado de bachiller en Ingeniería Industrial). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima.

GARCÍA ALCARAZ, Jorge Luis. 2018. Causal Models for the Implementation of Lean Manufacturing and Supply Chain Tools. (Tesis Doctoral). Universidad pública de Navarra, España.

GONCALES, Manoel, Antonioli, Pedro y PIREZ, Silvio. Functional structural change of lean and pulled industrial production system: the flexibility case. Gest. Prod [en línea]. Junio 15, 2020, vol.27, n. °3. [Fecha de consulta 28 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x4385-20>.

ISSN 1806-9649.

HAMJA, Abu, MAALOUF, Malek y HASLE, Peter. Assessing the effects of lean on occupational health and safety in the Ready-Made Garment industry. Work [en línea]. 2019, Vol.64, n.° 2, 2019. [Fecha de consulta 28 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=139435527&lang=es&site=eds-live> ISSN: 1051-9815

HERNÁNDEZ, Eileen, CAMARGO, Zulieth y MARTÍNEZ, Paloma. Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda. Ingeniare. Rev. chil. ing [en línea]. 2015, vol.23, n.1. [Fecha de consulta 28 de mayo del 2021]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052015000100013>.

JACA, Carmen et al. 2018. Learning 5S principles from Japanese best practitioners: case studies of five manufacturing companies. Revista Internacional de Investigación de la Producción. vol. 52, n.° 15. [Fecha de consulta 28 de mayo del 2021].

ISSN: 0020-7543

JIMÉNEZ, Juhlyanis y GISBERT, Víctor. (2017). Methodological guide to the issue of waste in an SME. 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, Diciembre, Edición Especial, 57-63.

LUGO, Francisco José Figueredo. (2018). Application of the Lean Manufacturing philosophy in a concrete production process. Universidad de Carabobo, vol. IV, núm. 15, diciembre, 2015, pp. 7-24

MALLMA TAPIA, Jairo Renso. (2020. Aplicación De Lean Manufacturing en laboratorios para reducir el tiempo de entrega de resultados de los análisis (trabajo de investigación para la obtención del grado de bachiller en ciencias con mención en ingeniería industrial). Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima.

MARTINEZ-HERNANDEZ, Julio Cesar, et al. Reducción de tiempos de espera en el cambio de modelo mediante la aplicación de la herramienta SMED, un caso de estudio Reducción de tiempos de espera en el cambio de modelo mediante la aplicación de la herramienta SMED, un caso de estudio. Revista de Ingeniería , 2019, vol. 3, no 8, pág. 21-29.

MONTERO PRETELL, Jorge Junior. Implementación de lean manufacturing para mejorar la productividad de la curtiembre inversiones junior sac. Trujillo 2018. Tesis (Para optar el título de Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2018.

OLIVEROS, B. Arriola, GRANJA, A. Denis y DIONISIO, S. Rodríguez. 2018. An initial evaluation of a method for adopting kaizen events in the construction sector. Brazil : Revista Ingeniería de Construcción, 2018. Vol. 33 no 2. 123-133.

PACANA, Andrzej y WOŹNY, Artur. 2017. Draft questions of 5S pre-audit with regard to health and safety standards for tires retreating plant. Production engineering files. Production Engineering Archives Journal. [Fecha de consulta 18 de mayo del 2021]. ISSN: 2353-5156

PEARCE, Antonio, PONS, Dirk y NEITZERT, Thomas. 2018. Implementing lean—Outcomes from SME case studies. Ecuador : Operations Research Perspectives, 2018. Vol. 55. ISSN: 2214-7160.

PEREDA BELTRAN, Violeta Beatriz; ROMERO TORRES, Leticia Jaqueline. 2020. Aplicación de la metodología lean manufacturing para disminuir los desperdicios en el área de producción de la empresa Export Valle Verde SAC, Trujillo 2019. Tesis (Para optar el título de Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad César Vallejo.

POMBAL, Tomé, et al. 2019. Implementation of Lean Methodologies in the Management of Consumable Materials in the Maintenance Workshops of an Industrial Company. *Procedia Manufacturing* [en línea]. vol. 38, ISSN: 2351-9789

RÍOS AGUILERA, Juan. (2020). Estandarización del proceso de levantamiento de metas productivas en operaciones mineras de Codelco. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/178113>

RIVERA CADAVID, Leonardo. 2018. Conceptual justification of a lean manufacturing implementation mode. Chile : *Heurística*, 2018. Vol. 2 no15. 91-106.

ROJAS JAUREGUI, Anggela Pamela y GISBERT SOLER, Víctor. 2017. Lean manufacturing: tools to improve productivity in businesses. Ecuador : 3C Empresa, *Investigación y pensamiento crítico*, 2017. Vol. 3. doi:10.17993/3cemp.2017.especial.116-124.

RODRIGUES, José Boaventura Magalhães y CABRAL, Antonio Carlos Dantas. (2017). Use of packing equipment efficiency as an estimate of the overall plant effectiveness and as a tool to improve financial results of a food-processing unit. *Braz. J. Food Technol. Revista Brasileira de Tecnología de Alimentos*, vol 20. ISSN 1981-6723.

ROJAS JAUREGUI, Anggela Pamela y GISBERT SOLER, Víctor. 2017. Lean manufacturing: tools to improve productivity in businesses. Ecuador: 3C Empresa, *Investigación y pensamiento crítico*, 2017. Vol. 3. doi:10.17993/3cemp.2017.especial.116-124.

SANGODE, Pallawi B. (2018). Impact of 5S Methodology on the Efficiency of the Workplace: Study of Manufacturing Firms. *Clear International Journal of Research in Commerce & Management*. vol.9, n.º 12. ISSN: 2249-4561

SAMUDIO DELGADO, Diana Patricia. Propuesta de mejora basado en la filosofía lean manufacturing en el proceso productivo de fruta congelada en trozo en una empresa de alimentos. 2020. Tesis de Licenciatura. Fundación Universidad de América.

ZÚÑIGA, Jairo y RUBIANO, Fabián. Modelo propuesto para la implementación de la metodología smed en una empresa de alimentos de Cali. Revista de investigación [en línea]. vol. 10. Núm. 2, julio a diciembre, 2017 [fecha de consulta: 30 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://revistas.uamerica.edu.co/index.php/rinv/article/view/85/80>

ISSN: 2011-639

UMBA RODRÍGUEZ, Nelson Ricardo; DUARTE CORDÓN, Jesús David. 2017. Proposal to implement Lean Manufacturing tools to reduce cycle time in the El Goloso almojábanas factory. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/32

VILLACRESES, Kleber Barcia; JARAMILLO, Victor Hugo Gonzalez y PERERO, Wladimir. 2017. Improvement of the Agrochemical Fractionation Process Using Lean Production Techniques. 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Global Partnerships for Development and Engineering Education", 19-21 July, Boca Raton FL, United States.

VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber. (2017). Lean Manufacturing concepts and rules. 2a. edición. México: Editorial Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, 2017. 304 pp. ISBN: 9786070500053

ANEXOS

Matriz de operacionalización

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Lean manufacturing	Independiente	Según Martínez (2019) lean Manufacturing es una filosofía de producción que busca erradicar el desperdicio en los procesos operativos con el fin de que estos sean lo más eficientes posible.	Lean manufacturing se evaluará a través de las siguientes dimensiones, estandarización de procesos, mantenimiento productivo total y el SMED (Samudio Delgado, 2020).	Estandarización de procesos	Actividades de proceso de abastecimiento $(APA) = \left(\frac{TA-NAV}{TA} \right) * 100$	Razón
					Tiempo estándar: $TS = TN * (1 + S)$	Razón
				Mantenimiento productivo total	OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad	Razón
				SMED	Tiempo de preparación de máquina $= \left(\frac{\text{Tiempo actual}}{\text{Tiempo anterior}} \right) * 100$	Razón
Desperdicios	Dependiente	Jiménez y Gisbert (2017) definen al desperdicio como aquella actividad que consume recursos pero que no agregan ningún valor al producto o servicio, perjudicando un aumento en los costos y sobretiempo del proceso.	Esta variable será analizada a través de las dimensiones de porcentaje de desperdicio y tiempo de espera (Jiménez y Gisbert 2017).	Desperdicios en el proceso de producción	Porcentaje total de desperdicios en el proceso de producción $= \frac{\text{cantidad de desperdicios en kg de carne}}{\text{cantidad de unidades fabricadas en kg de carne}}$	Razón
				Tiempo de espera en el proceso productivo	Tiempo de espera en el proceso productivo (Minutos). = Tiempo muerto del operario + tiempo de espera de la MP + tiempo de parada en la línea de proceso.	Razón

Anexo 1. Encuesta

Causas que afectan a la productividad			
<p>Instrucciones: A continuación se mostrará las causas que afectan a la productividad, donde deberás colocar el puntaje que consideras conveniente</p>			
Valoración	Alto	Medio	Bajo
Puntaje	5	3	1
Código	Causas	Puntaje	
C-01	Trabajadores sin capacitación		
C-02	Falta de reportes de fallas		
C-03	Falta de herramientas		
C-04	No cuentan con registro de stock		
C-05	Fallas en el mecanismo de las maquinas		
C-06	Mantenimiento inadecuado		
C-07	Falta de control en los procesos de mantenimiento		
C-08	Falta de fichas de mantenimiento		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2. Ficha de registro para cantidad de desperdicios

Cocinado y Enfriado										
FECHA DE PRODUCCION	LOTE	Materia prima (Kg)	Cocinado (Kg)	Merma de cocinado	% merma en coccion	Picado (Kg)	Merma de enfriado	% perdida de agua	Perdida total de cocinado (Kg)	Total de cocinado (%)

Proceso												
Picado (Kg)	Producto de suelo	% de merma de suelo	Merma maquina picadora (kg)	% merma de maquina picadora	Descarte de la maquina volumetrica (kg)	% merma maquina volumetrica	Descarte de la faja volumetrica (kg)	% merma faja volumetrica	Descarte de la dosificadora (kg)	% merma dosificadora	TOTAL DE MERMA EN PROCESO (Kg)	% Total MERMA DE PROCESO

Envasado											Indicadores en base a producto a envasar		Indicadores en base a la Materia Prima	
Reproceso	PRODUCTO PARA ENVASAR	Envases usados	Envases cerrados	Merma de envases	Tapas usadas	Producto Terminado	Cantidad de cajas (Incluido Reproceso)	Cantidad de cajas (sin Incluir reproceso) Aprox	Cantidad de cajas (Para reproceso)	Cantidad de cajas optimas	Factor de uso (Kg por caja)	Factor de uso (gramos por lata)	Factor de Uso referente a la M.P. (Kg por caja)	Factor de Uso por lata (gramos por lata)

Fuente: Frigoinsa S.A.C.

Anexo 3. Ficha de registro de productos defectuosos

Fecha de producción	Materia Prima defectuosos	Total producido	% de Materia Prima en desperdicio

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Registro de tiempo en horas

Instrumento de Recolección de Datos: Registro del tiempo en horas							
Elaborado por:							
MES	Placa del vehículo:						
	Tiempo de Operación	Tiempo de Reparación	N° de fallas	Tiempo Total	Tiempo Programado	Servicio Realizado	Servicio Programado
MES	TOTAL DE HORAS DE VEHICULOS						
	Tiempo de Operación	Tiempo de Reparación	N° de fallas	Tiempo Total	Tiempo Programado	Servicio Realizado	Servicio Programado
MES	INDICADORES						
	MTBF	MTTR	CONF.	DIS.	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUC.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 5. Diagrama de análisis de proceso

DAP	OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO						
DIAGRAMA N°1				RESUMEN			
OBJETIVO: ANALIZAR LAS ACTIVIDADES	ACTIVIDADES			ACTUAL	PROPUESTA		
PROCESO: PRODUCCION	OPERACIÓN						
METODO: ACTUAL	TRANSPORTE						
ACTIVIDAD: TODO EL PROCESO	ESPERA						
	INSPECCION						
ELABORADO POR: EL AUTOR	ALAMACENAMIENTO						
	TOTAL						
Descripción	distancia (metros)	Tiempo (min)	Símbolos			observaciones	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8. Ficha de registro para el indicador OEE

FORMATO PARA DATOS DEL (OEE)							
Empresa:				Fecha:			
Área:				Máquina:			
MES	Tiempo total de trabajo (hrs)	T. Parada planificada (hrs)	T. Paradas no programadas	Total de unidades producidas	Capacidad nominal (velocidad máxima)	Productos buenos	Productos defectuosos
TOTAL							

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9.



CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor (a):

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la EP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de *Chepén*, promoción 2021-2, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es *Aplicación de Lean Manufacturing y su efecto en la disminución de los despilfarros de la Empresa Frigoinsa S.A.C., Pacanga, 2021* y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Flores Elías, Ruth Isabel

Tejada Nuñez, Ninoska Xiomara



DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Manufacturing

Es una filosofía de producción que busca erradicar el desperdicio en los procesos operativos con el fin de que estos sean lo más eficientes posible (Pérez y Rojas, 2019).

Dimensiones de la variable

Dimensión: Estandarización de procesos

Crea una mejora continua en los procesos mediante la eliminación de despilfarros y reducir costos de producción brindando así un mayor grado de efectividad (Risco, 2018).

Dimensión: Mantenimiento productivo total

Busca maximizar la eficiencia global de la maquinaria o equipo utilizados en un proceso de producción, elimina las averías, defectos y hasta los accidentes, se realiza con la cooperación de todo el equipo personal de la empresa (García, 2018).

Dimensión: SMED

Busca reducir los tiempos de preparación al mínimo posible ya sea en la intervención en el cambio de una maquina o algún otro tipo de producto durante la línea de producción (Barcia et al., 2017).

VARIABLE DEPENDIENTE: Disminución de despilfarros

Según Jiménez y Gisbert (2017) definen al desperdicio como aquella actividad que consume recursos pero que no agregan ningún valor al producto o servicio, perjudicando un aumento en los costos y sobretiempo del proceso.

Dimensiones de la variable

Dimensión: Desperdicios

Todo producto defectuoso debe ser reparado o desechado por que no cumple con la satisfacción del cliente (Gálvez y Zamora 2021).

Dimensión: Tiempo de espera

Consiste cuando el operador desperdicia tiempo durante el proceso productivo, que no genera ningún valor en el producto, aumentando costos de maquinaria y mano de obra (Malla, 2020).

Anexo 11.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y DISMINUCIÓN DE DESPILFARROS.

VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
LEAN MANUFACTURING	Estandarización de procesos	Actividades de proceso de abastecimiento $APA = \left(\frac{TA-NAV}{TA} \right) * 100$	Razón
		Tiempo estándar $TS = TN * (1 + S)$	Razón
	Mantenimiento productivo total	$OEE = D * R * C$	Razón
	SMED	Tiempo en preparación de máquina	Razón
DISMINUCIÓN DE LOS DESPILFARROS	Desperdicios	% de desperdicios	Razón
	Tiempo de espera	$\frac{Minutos}{Semana}$	Razón

Fuente: elaboración propia

Anexo 12.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y DISMINUCIÓN DE DESPILFARROS.

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Manufacturing							
	DIMENSION 1: Estandarización de procesos	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Actividades de proceso de abastecimiento $APA = \left(\frac{TA-NAV}{TA} \right) * 100$	✓		✓		✓		
2	Tiempo estándar $TS = TN * (1 + S)$	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2: Mantenimiento productivo total	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Tiempo estándar $TS = TN * (1 + S)$	✓		✓		✓		
	DIMENSION 3: SMED	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Tiempo en preparación de máquina	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Disminución De Despilfarros							
	DIMENSIÓN 1: Desperdicios	Si	No	Si	No	Si	No	
5	% de Desperdicios	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Tiempo de espera	Si	No	Si	No	Si	No	
6	$\frac{\text{Minutos}}{\text{Semana}}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador (1). Mg: Carlos Enrique Mendoza Ocaña
 DNI: 17806063
 Junio 2021
 Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Carlos Mendoza Ocaña
 ING. INDUSTRIAL
 R. CIP. 61607

Firma del Experto Informante

Anexo 13.

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y DISMINUCIÓN DE DESPILFARROS.

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Manufacturing							
	DIMENSION 1: Estandarización de procesos	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Actividades de proceso de abastecimiento $APA = \left(\frac{TA-NAV}{TA} \right) * 100$	✓		✓		✓		
2	Tiempo estándar $TS = TN * (1 + S)$	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2: Mantenimiento productivo total	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Tiempo estándar $TS = TN * (1 + S)$	✓		✓		✓		
	DIMENSION 3: SMED	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Tiempo en preparación de máquina	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Disminución De Despilfarros							
	DIMENSIÓN 1: Desperdicios	Si	No	Si	No	Si	No	
5	% de Desperdicios	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Tiempo de espera	Si	No	Si	No	Si	No	
6	$\frac{\text{Minutos}}{\text{Semana}}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador (2). Mg: Carlos José Sandoval Reyes

DNI: 09222224

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

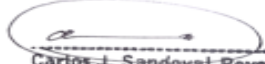
Junio 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Carlos J. Sandoval Reyes
ING. INDUSTRIAL
R. C.I.P. 153871

Firma del Experto Informante


CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y DISMINUCIÓN DE DESPILFARROS.

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Manufacturing							
	DIMENSION 1: Estandarización de procesos	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Actividades de proceso de abastecimiento $APA = \left(\frac{TA - NAV}{TA} \right) * 100$	✓		✓		✓		
2	Tiempo estándar $TS = TN * (1 + S)$	✓		✓		✓		
	DIMENSION 2: Mantenimiento productivo total	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Tiempo estándar $TS = TN * (1 + S)$	✓		✓		✓		
	DIMENSION 3: SMED	Si	No	Si	No	Si	No	
4	Tiempo en preparación de máquina	✓		✓		✓		
	VARIABLE DEPENDIENTE: Disminución De Despilfarros							
	DIMENSIÓN 1: Desperdicios	Si	No	Si	No	Si	No	
5	% de Desperdicios	✓		✓		✓		
	DIMENSIÓN 2: Tiempo de espera	Si	No	Si	No	Si	No	
6	$\frac{\text{Minutos}}{\text{Semana}}$	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [✓] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador (3). Mg: Luz Angelita Moncada Vergara

DNI: 18110664

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Junio 2021

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

CIP 52199

Firma del Experto Informante

Anexo 15. Producción total de la empresa

Fecha de producción	Materia prima (kg)	Coccion	deperdicio de materia prima	% desperdicio en coccion	Picado (kg)	Desperdicio en el enfriado (kg)	% desperdicio del enfriado	desperdicio toal de cocinado (kg)	desperdicio total cocinado (%)
1 sem-feb	53580.34	51131.12	2449.22	4.57%	50271.67	859.45	1.71%	3308.67	6.28%
2 sem-feb	52580.34	50031.12	2549.22	4.85%	49758.10	273.02	0.55%	2822.24	5.40%
3 sem-feb	64275.24	61667.9	2607.34	4.06%	61027.92	639.98	1.05%	3247.32	5.11%
4 sem-feb	56290.02	53649.59	2640.43	4.69%	53228.64	420.95	0.79%	3061.38	5.48%
1 sem-mar	63579.48	60938.97	2640.51	4.15%	60395.91	543.06	0.90%	3183.57	5.05%
2 sem-mar	63222.72	60634.16	2588.56	4.09%	60145.15	489.01	0.81%	3077.57	4.91%
3 sem-mar	63505.8	60912.13	2593.67	4.08%	60449.63	462.50	0.77%	3056.17	4.85%
4 sem-mar	54709.32	52177.52	2531.80	4.63%	51547.56	629.96	1.22%	3161.76	5.85%
1 sem-abr	58032.9	55500.93	2531.97	4.36%	54680.39	820.54	1.50%	3352.51	5.86%
2 sem-abr	60200.34	57630.01	2570.33	4.27%	57148.02	481.99	0.84%	3052.32	5.11%
3 sem-abr	58593.84	56070.44	2523.40	4.31%	55661.46	408.98	0.73%	2932.38	5.04%
4 sem-abr	55348.92	52824.36	2524.56	4.56%	52201.41	622.95	1.19%	3147.51	5.75%
1 sem-may	58321.14	55739.36	2581.78	4.43%	54871.48	867.88	1.58%	3449.66	6.01%
2 sem-may	62674.62	60137.3	2537.32	4.05%	59772.29	365.01	0.61%	2902.33	4.66%
3 sem-may	54600.6	51981.17	2619.43	4.80%	51225.30	755.87	1.48%	3375.30	6.27%
4 sem-may	60081.38	57509.82	2571.56	4.28%	57149.79	360.03	0.63%	2931.59	4.91%

Picado (kg)	Producto de suelo	% de merma de suelo	Merma maquina picadora (kg)	% merma de maquina picadora	Descarte de la maquina volumetrica (kg)	% merma maquina volumetrica	Descarte de la faja volumetrica (kg)	% merma faja volumetrica	Descarte de la dosificadora (kg)	% merma dosificadora	TOTAL DE MERMA EN PROCESO (Kg)	% Total MERMA DE PROCESO
50271.67	4049.22	7.92%	174.32	0.34%	400.32	0.80%	95.60	0.19%	180.5	0.36%	4899.96	9.61%
49758.10	4149.22	8.29%	119.54	0.24%	345.54	0.69%	80.60	0.16%	160.66	0.32%	4855.56	9.71%
61027.92	4207.34	6.82%	108.66	0.18%	334.66	0.55%	84.60	0.14%	180.89	0.30%	4916.15	7.98%
53228.64	4240.43	7.90%	103.54	0.19%	329.54	0.62%	73.50	0.14%	170.4	0.32%	4917.41	9.17%
60395.91	4240.51	6.96%	177.45	0.29%	403.45	0.67%	95.90	0.16%	193.2	0.32%	5110.51	8.40%
60145.15	4188.56	6.91%	102.98	0.17%	328.98	0.55%	93.10	0.15%	182.4	0.30%	4896.02	8.08%
60449.63	4193.67	6.88%	139.67	0.23%	365.67	0.60%	95.70	0.16%	182.9	0.30%	4977.61	8.18%
51547.56	4131.80	7.92%	50.66	0.10%	276.66	0.54%	82.40	0.16%	177.3	0.34%	4718.82	9.06%
54680.39	4131.97	7.44%	134.55	0.24%	233.67	0.43%	73.90	0.14%	187.33	0.34%	4761.42	8.59%
57148.02	4170.33	7.24%	178.60	0.31%	404.60	0.71%	95.60	0.17%	113.67	0.20%	4962.80	8.62%
55661.46	4123.40	7.35%	89.32	0.16%	189.66	0.34%	99.70	0.18%	164.5	0.30%	4666.58	8.33%
52201.41	4124.56	7.81%	129.78	0.25%	355.78	0.68%	89.60	0.17%	156.8	0.30%	4856.52	9.21%
54871.48	4181.78	7.50%	136.34	0.24%	362.34	0.66%	83.20	0.15%	189.8	0.35%	4953.46	8.90%
59772.29	4137.32	6.88%	121.32	0.20%	347.32	0.58%	87.40	0.15%	173.6	0.29%	4866.96	8.10%
51225.3	4219.43	8.12%	108.65	0.21%	334.65	0.65%	79.70	0.16%	189.7	0.37%	4932.13	9.51%
57149.79	4171.56	7.25%	139.10	0.24%	365.10	0.64%	84.60	0.15%	149.8	0.26%	4910.16	8.54%

Reproceso	PRODUCTO PARA ENVASAR kilos	Envases usados	Envases cerrados	Merma de envases	Tapas usadas	Producto Terminado latas	Cantidad de cajas (Incluido Reproceso)	Cantidad de cajas (Para reproceso)	Cantidad de cajas optimas
360.00	45731.71	367027	365854	1173	365854	365854	7622	207	7415
270.00	45172.54	362572	361380	1192	361380	361380	7529	201	7328
380.00	56491.77	453077	451934	1143	451934	451934	9415	207	9208
403.00	48714.23	390884	389714	1170	389714	389714	8119	227	7892
321.00	55606.40	446046	444851	1195	444851	444851	9268	155	9113
315.00	55564.13	445625	444513	1112	444513	444513	9261	282	8979
358.00	55830.02	447826	446640	1186	446640	446640	9305	289	9016
319.00	47147.74	378334	377182	1152	377182	377182	7858	240	7618
453.00	50371.97	404148	402976	1172	402976	402976	8395	166	8229
457.00	52642.22	422244	421138	1106	421138	421138	8774	291	8483
265.00	51259.88	411196	410079	1117	410079	410079	8543	289	8254
206.00	47550.89	381538	380407	1131	380407	380407	7925	204	7721
474.00	50392.02	404315	403136	1179	403136	403136	8399	269	8130
343.00	55248.33	443147	441987	1160	441987	441987	9208	188	9020
447.00	46740.17	375055	373921	1134	373921	373921	7790	235	7555
366.00	52605.63	421955	420845	1110	420845	420845	8768	195	8573

Anexo 16. Formulario de auditoría para mantenimiento autónomo

FORMULARIO DE AUDITORÍA PARA MANTENIMIENTO AUTÓNOMO							
Responsable			Fecha de la Auditoria				
ITEM PARA AUDITORIA	Descripción de puntos principales de evaluación en la Auditoria	Désimo	Malo	Regular	Buena	Excelente	Valor final apuntado
		1	2	3	4	5	
Limpieza de Equipo y área en general	¿Existe una zona designada para los equipos de suciedad, polvo, serrame de lubricante y/o productos de residuos de materiales tales como, cartón, plástico, etc.?						
	¿Existe fugas de lubricante, vibración (soporte y estructura) debido a fijaciones sueltas o faltantes de (perno, tuercas, tornillos, etc.), ruidos excesivos o desgaste de pieza?						
Limpieza de los elementos auxiliares, Accesorios y Herramientas	¿Existen herramientas u otros elementos de trabajo en lugares que no correspondan? ¿Existe mejoramiento de las herramientas de trabajo? Como está organizado las herramientas y piezas de reposición.						
	¿Están los estantes limpios y ordenados? ¿Los materiales de empaque y MP se reciben en buen estado (limpio y ordenado)?						
Lubricación, elementos de control.	¿Como esta la situación en terminos de suciedad, derrame por cantidad usada, identificación de puntos críticos (recipientes, lubricadores, etc.)? ¿Existe lo necesario para efectuar una correcta lubricación?						
	¿Están todos los sistemas operativos identificados y visibles? ¿No existe daño visible en elementos de control y en cables eléctricos? Los extintores están visibles y en un lugar bien determinado.						
Medidas para la causa de deterioro y mejoramiento de las áreas.	¿Se está preparando alguna lista que muestre la fuente de contaminación de polvo, fugas de aceite y áreas de difíciles de mantener? ¿Existe algún futuro Plan para la limpieza?						
	¿Se han mejorado los utensilios de limpieza? ¿Se han designado apropiadamente las responsabilidades de limpieza de cada área en la empresa?						
Total del Puntaje Obtenido por Auditoria							
		1 pto (10 puntos)	2 pto (20 puntos)	3 pto (30 puntos)	4 pto (40 puntos)	5 pto (50 puntos)	
Nivel de Evaluación de las actividades	Equipo	Las cosas no están haciendo ejecutadas	Solo se ejecuta en lugares visibles	Están haciendo ejecutada en puntos específicos de la maquina	Están haciendo ejecutada en lugares que no son visibles	La limpieza está muy bien, permite ver puntos críticos.	
	Personas	Todos están desinteresados.	Ejecutada solamente por mantenimiento y supervisión	Los operadores están ejecutando las tareas solo en lugares más fáciles	Están haciendo ejecutado por los operados o mecánicos.	Participación Total, Todos cumplen sus responsabilidades.	

Fuente: Lezama (2019).

Anexo 18. Capacitación para el personal de calidad

NOMBRE DEL CURSO	
SEGURIDAD DE ALIMENTOS DURANTE SU ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN	
Dirigido a:	Supervisor de aseguramiento de calidad
Justificación:	Asegurar la cadena de alimentos, para lograr la inocuidad y calidad de los productos
Objetivo general:	Conocer la importancia y responsabilidad de mantener la cadena de alimentos, para la calidad de los productos
Contenido temático:	1. Regulaciones que afectan a almacenes y centros de distribución de productos alimentarios
	2. Edificios y terrenos
	3. Desarrollo de un Programa de seguridad de alimentos
	4. Métodos operativos de un programa de seguridad de Alimentos
	5. Insectos- su biología
	6. Insectos de productos almacenados e insectos en la plantas de alimentos
	7. Plaguicidas y sus aplicaciones
	8. Control de roedores
	9. Control de aves
	10. Métodos, equipo y control de limpieza
	11. Transporte
	12. HACCP
	13. Seguridad en los centros de distribución
	14. OSHA (Administración de Seguridad y Salud Laboral)
Metodología de trabajo	Curso por correspondencia e internet
Estrategia de evaluación	Pruebas al finalizar cada lección, es necesario recibir una calificación de 70 por ciento para pasar cada examen
Material de apoyo	Serán proporcionadas por el capacitador
Fuentes de información	Serán proporcionadas por el capacitador

Anexo 19. Evaluación del OEE inicial

	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
Tiempo total de trabajo	17424.00	17294.40	17337.60	17409.60	minutos
Paradas programadas	360.00	380.00	408.00	396.00	minutos
Paradas no programadas	2664.00	2290.00	2575.00	2728.00	minutos
Capacidad nominal de la maquina	0.52	0.52	0.52	0.52	cajas/min
Unidades producidas (PR)	27119.00	29261.00	29108.00	28232.00	cajas
Unidades no conformes	842	966	950	887	cajas
PRODUCCIÓN BUENA (PB)	26277.00	28295.00	28158.00	27345.00	
Producción programada (PP)	39444.44	39402.85	39447.15	39542.23	
Tiempo planificado de operación (TPO)	17064.00	16914.40	16929.60	17013.60	minutos
Tiempo de operación (TO)	14400.00	14624.40	14354.60	14285.60	minutos

Anexo 20. Evaluación del OEE inicial

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	
Tiempo total de trabajo	17438.40	17337.60	17323.20	17424.00	minutos
Paradas programadas	320.00	220.00	328.00	288.00	minutos
Paradas no programadas	571.00	495.00	634.00	590.00	minutos
Capacidad nominal de la maquina	0.52	0.52	0.52	0.52	cajas/min
Unidades producidas (PR)	36086.00	37163.00	36752.00	36489.00	cajas
Unidades no conformes	251	234	217	260	cajas
PRODUCCIÓN BUENA (PB)	35835.00	36929.00	36535.00	36229.00	
Producción programada (PP)	39444.44	39402.85	39447.15	39542.23	
Tiempo planificado de operación (TPO)	17118.40	17117.60	16995.20	17136.00	minutos
Tiempo de operación (TO)	16547.40	16622.60	16361.20	16546.00	minutos

Anexo 22. Fotos de los desperdicios de la materia prima y producto terminado.



Anexo 23. Fotos de:

1. Mejoras de la aplicación del SMED

2. Ordenamiento de la MP por lotes



Máquina cerradora



Máquina cerradora



Máquina Moledora



Máquina volumétrica



Máquina Dosificadora

Anexo 24. Tiempos observados de la máquina moladora

SEMANA 1						SEMANA 2					
1	2	Promedio (min)	3	4	Promedio (min)	1	2	Promedio (min)	3	4	Promedio (min)
0.33	0.35	0.34	0.31	0.32	0.32	0.31	0.32	0.32	0.33	0.35	0.34
1.26	1.27	1.27	1.30	1.26	1.28	1.30	1.26	1.28	1.26	1.27	1.27
1.21	1.19	1.20	1.18	1.20	1.19	1.18	1.20	1.19	1.21	1.19	1.20
0.45	0.44	0.45	0.43	0.45	0.44	0.43	0.45	0.44	0.45	0.44	0.45
1.16	1.12	1.14	1.13	1.14	1.14	1.13	1.14	1.14	1.16	1.12	1.14
1.53	1.51	1.52	1.52	1.53	1.53	1.52	1.53	1.53	1.53	1.51	1.52
1.34	1.32	1.33	1.34	1.33	1.34	1.34	1.33	1.34	1.34	1.32	1.33
1.43	1.41	1.42	1.43	1.42	1.43	1.43	1.42	1.43	1.43	1.41	1.42
2.10	2.12	2.11	2.11	2.10	2.11	2.11	2.10	2.11	2.10	2.12	2.11
1.43	1.42	1.43	1.41	1.43	1.42	1.41	1.43	1.42	1.43	1.42	1.43
0.58	0.57	0.58	0.58	0.56	0.57	0.58	0.56	0.57	0.58	0.57	0.58
1.41	1.40	1.41	1.41	1.42	1.42	1.41	1.42	1.42	1.41	1.40	1.41
0.33	0.34	0.34	0.31	0.33	0.32	0.31	0.33	0.32	0.33	0.34	0.34
0.21	0.20	0.21	0.22	0.21	0.22	0.22	0.21	0.22	0.21	0.20	0.21

Anexo 25. Tiempos observados de la máquina volumétrica

SEMANA 1						SEMANA 2					
1	2	Promedio (min)	3	4	Promedio (min)	1	2	Promedio (min)	3	4	Promedio (min)
0.25	0.23	0.24	0.19	0.21	0.20	0.19	0.21	0.20	0.25	0.23	0.24
1.40	1.40	1.40	1.44	1.42	1.43	1.44	1.42	1.43	1.40	1.40	1.27
1.55	1.57	1.56	1.49	1.54	1.52	1.49	1.54	1.52	1.55	1.57	1.20
1.01	1.04	1.03	1.02	1.03	1.03	1.02	1.03	1.03	1.01	1.04	0.45
1.30	1.29	1.30	1.32	1.29	1.31	1.32	1.29	1.31	1.30	1.29	1.14
1.21	1.18	1.20	1.22	1.20	1.21	1.22	1.20	1.21	1.21	1.18	1.52
1.18	1.24	1.21	1.23	1.27	1.25	1.23	1.27	1.25	1.18	1.24	1.33
1.54	1.54	1.54	1.57	1.52	1.55	1.57	1.52	1.55	1.54	1.54	1.42
2.22	2.26	2.24	2.24	2.23	2.24	2.24	2.23	2.24	2.22	2.26	2.11
1.20	1.21	1.21	1.24	1.22	1.23	1.24	1.22	1.23	1.20	1.21	1.43
1.21	1.23	1.22	1.25	1.24	1.25	1.25	1.24	1.25	1.21	1.23	0.58
1.55	1.57	1.56	1.58	1.54	1.56	1.58	1.54	1.56	1.55	1.57	1.41
0.19	0.21	0.20	0.15	0.22	0.19	0.15	0.22	0.19	0.19	0.21	0.34
0.25	0.24	0.25	0.23	0.25	0.24	0.23	0.25	0.24	0.25	0.24	0.21

Anexo 26. Carta de aceptación de la empresa donde se desarrolló la investigación



CARTA DE ACEPTACIÓN

Pacanga 15 de setiembre de 2021


Srta. Flores Elías Ruth Isabel

De nuestra mayor consideración:

Por medio de la presente nos dirigimos a Ud. Para comunicarle nuestra Aceptación en base a su solicitud de usar el nombre y data de nuestro proceso productivo en el área de Enlatados para su proyecto de tesis "***Aplicación de lean manufacturing y su efecto en la disminución de los despilfarros en FRIGOINCA S.A.C.***".

Sin otro particular, me despido

Cordialmente,

FRIGOINCA S.A.C.

ALEXANDER ELÍAS BALCÁZAR
Jefe de Recursos Humanos