

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE**  
**INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE**  
**MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA LÍNEA DE**  
**PRODUCCIÓN DE MOLDES DE PANETÓN PARA EL**  
**INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA**  
**EMPRESA MULTIMOLDES S.A.C. – 2018”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO  
EN PRODUCTIVIDAD Y RELACIONES INDUSTRIALES

ERWIN PABLO GALARZA CURISINCHE

Callao, 2021

PERÚ



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE**  
**SISTEMAS**

**UNIDAD DE POSGRADO**

**MAESTRÍA EN PRODUCTIVIDAD Y RELACIONES**  
**INDUSTRIALES**

Miembros del Jurado de Sustentación de Tesis

- |                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| • Dr. Alejandro Danilo Amaya Chapa | PRESIDENTE |
| • Mg. Romel Darío Bazán Robles     | SECRETARIO |
| • Mg. Osmart Raúl Morales Chalco   | MIEMBRO    |
| • Mg. José Farfán García           | MIEMBRO    |

ASESOR DE TESIS: Mg. Loyo Pepe Zapata Villar

Nº de Libro 01

Folio Nº 47

Nº de Acta: Nº 003-2021-UPG-FIIS

Fecha de Aprobación: 29 de setiembre del 2021

Resolución de Sustentación: Nº 036-2021-CD-UPG-FIIS

## **DEDICATORIA**

A mis padres Pablo e Irene en la eternidad por haberme forjado como la persona que soy.

## **AGRADECIMIENTO**

A mí madre, que con su perseverancia hacia la superación fuiste la fuente de inspiración para lograr mis objetivos.

Diste todo por mí y entregaste todo sin pedir nada.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	6
<b>RESUMO</b> .....	7
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	8
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	8
1.2. Formulación del problema.....	12
1.2.1. Problema general.....	12
1.2.2. Problemas específicos.....	13
1.3. Objetivos.....	13
1.3.1. Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos.....	13
1.4. Limitantes de la investigación.....	13
<b>II. MARCO TEÓRICO</b> .....	15
2.1. Antecedentes.....	15
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	15
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	17
2.2. Marco teórico.....	19
2.2.1. Mantenimiento.....	19
2.2.2. Mantenimiento preventivo.....	22
2.2.3. Tipos de mantenimiento preventivo.....	23
2.2.4. Análisis de criticidad por tipo de equipo.....	24
2.2.5. Selección del modelo de Mantenimiento.....	25
2.2.6. Beneficios del mantenimiento preventivo.....	25
2.2.7. Dimensiones del mantenimiento preventivo.....	26
2.2.8. Productividad.....	27
2.2.9. Indicadores de la productividad.....	28

2.2.10.	Dimensiones de la productividad.....	29
2.3.	Definición de términos.....	30
<b>III.</b>	<b>HIPÓTESIS Y VARIABLES .....</b>	<b>32</b>
3.1.	Hipótesis.....	32
3.1.1.	Hipótesis general.....	32
3.1.2.	Hipótesis específicas .....	32
3.2.	Operacionalización de variables.....	32
<b>IV.</b>	<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>34</b>
4.1.	Tipo y diseño de la investigación.....	34
4.2.	Población y muestra.....	35
4.2.1.	Población .....	35
4.2.2.	Muestra .....	35
4.3.	Técnicas e instrumentos para la recolección de la información de campo.....	35
4.3.1.	Técnica.....	35
4.3.2.	Instrumento .....	35
4.4.	Análisis y procesamiento de datos.....	36
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
5.1.	Resultados descriptivos.....	37
5.1.1.	Situación actual .....	37
5.1.2.	Descripción del servicio interno de mantenimiento .....	46
5.1.3.	Implementación del programa de mantenimiento preventivo .....	48
5.1.4.	Indicadores del mantenimiento .....	54
5.1.5.	<b>Indicadores de la productividad.....</b>	<b>59</b>
5.2.	Resultados inferenciales.....	62
5.2.1.	Pruebas de normalidad .....	62
5.2.2.	Prueba t Student para la hipótesis general .....	63
5.2.3.	Prueba U de Mann Whitney para la hipótesis específica 1 .....	64

5.2.4. Prueba t Student para la hipótesis específica 2 .....	65
<b>VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>66</b>
6.1. Contrastación de las hipótesis.....	66
6.2. Contrastación de los resultados con estudios similares.....	67
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>69</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>71</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>75</b>
<b>Anexo 1: Matriz de Consistencia.....</b>	<b>75</b>
<b>Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.....</b>	<b>77</b>
<b>Anexo 3: Datos del control de la producción de moldes de panetón.....</b>	<b>78</b>
<b>Anexo 4: Fotos de las instalaciones de la empresa.....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1	Beneficios del mantenimiento preventivo.....	26
Tabla N° 2	Tiempos estándares de producción.....	44
Tabla N° 3	Proveedores extranjeros de materia prima.....	45
Tabla N° 4	Proveedores nacionales de materia prima.....	45
Tabla N° 5	Medidas de los moldes de panetón.....	46
Tabla N° 6	Comparación del tiempo medio entre fallas antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.....	54
Tabla N° 7	Comparación del tiempo promedio de reparación antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.....	55
Tabla N° 8	Comparación del tiempo útil antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.....	56
Tabla N° 9	Comparación de la confiabilidad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.....	57
Tabla N° 10	Comparación de la disponibilidad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.....	58
Tabla N° 11	Comparación de la productividad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.....	59
Tabla N° 12	Comparación de la eficiencia antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.....	60
Tabla N° 13	Comparación de la eficacia antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.....	61
Tabla N° 14	Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk.....	62
Tabla N° 15	Prueba t Student para la hipótesis general.....	63
Tabla N° 16	Prueba U de Mann Whiney de la hipótesis específica 1.....	64
Tabla N° 17	Prueba t Student para la hipótesis específica 2.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1	Ranking del informe global de la competitividad 2019.....	9
Figura N° 2	Ranking de los 12 pilares del informe global de la competitividad para el Perú.....	10
Figura N° 3	Tipos de mantenimiento preventivo.....	24
Figura N° 4	Diagrama de bloques.....	38
Figura N° 5	Diagrama de moldes de panetón.....	43
Figura N° 6	Vistas del Molde de Panetón.....	46
Figura N° 7	Flujo del mantenimiento preventivo en la empresa Multimoldes SAC.....	48
Figura N° 8	Diagrama de cajas del tiempo medio entre fallas antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.....	54
Figura N° 9	Diagrama de cajas del tiempo promedio de reparación antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo.....	55
Figura N° 10	Diagrama de cajas del tiempo útil antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo....	56
Figura N° 11	Diagrama de cajas de la confiabilidad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo....	57
Figura N° 12	Diagrama de cajas de la disponibilidad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo....	58
Figura N° 13	Diagrama de cajas de la productividad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo....	59
Figura N° 14	Diagrama de cajas de la eficiencia antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo....	60
Figura N° 15	Diagrama de cajas de la eficacia antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo....	61

## RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo determinar como la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la productividad en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018. Se utilizó un diseño de estudio cuasi-experimental, en la cual se estudió los datos de las órdenes de trabajo en dos grupos, antes de la implementación y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo. Los resultados utilizando el programa SPSS, mostraron que la productividad aumenta en un 20.97%, la eficiencia se incrementó en un 16.20% y la eficacia se incrementó en un 7.18% después de la implementación del programa de mantenimiento. La investigación concluye que la implementación del mantenimiento preventivo en la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C. incrementa la productividad.

**Palabras clave:** Mantenimiento preventivo, productividad, eficiencia, eficacia.

## RESUMO

O objetivo da investigação foi determinar como a implementação de um programa de manutenção preventiva na linha de produção de moldes de panetone aumenta a produtividade na empresa Multimoldes S.A.C. - 2018. Foi utilizado um desenho de estudo quase experimental, no qual os dados da ordem de serviço foram estudados em dois grupos, antes da implementação e após a implementação do programa de manutenção preventiva. Os resultados com o programa SPSS mostraram que a produtividade aumentou 20,97%, a eficiência aumentou 16,20% e a eficácia aumentou 7,18% após a implementação do programa de manutenção. A investigação conclui que a implementação da manutenção preventiva na linha de produção de moldes de panetone da empresa Multimoldes S.A.C. aumenta a produtividade.

**Palavras-chave:** Manutenção preventiva, produtividade, eficiência, eficácia.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

En las empresas industriales o de servicios se trabajan con máquinas, equipos, instalaciones, entre otros, los cuales presentan una vida útil limitada, por lo que dichas empresas buscan la mejor manera de operar sus máquinas-herramientas, para poder controlarlos y así aumentar la fiabilidad de todos ellos.

Por ello una óptima gestión del mantenimiento, tanto a nivel técnico como humano, les permitirá conseguir un flujo de producción continuo asociada a la reducción de los costos de producción para tener un costo que contemple diferentes factores que envuelvan al mantenimiento, como el costo que nos supone el paro de las máquinas/instalaciones, el costo de las piezas de recambio, el costo de la mano de obra, entre otros., para tener bajo control este costo que les permitirá avanzar en términos de gestión y de fiabilidad de la maquinaria e instalaciones, consiguiendo una ventaja competitiva respecto a la competencia y aumentando la competitividad de la empresa.

Al ser la competitividad un concepto multidimensional sus soluciones tienen que ser adoptadas en base a procesos de innovación, desde la generación de ideas hasta la comercialización de productos, por lo que, para reforzar la competitividad en los países, se tiene que asumir el reto de aumentar la productividad.

Basados en el Índice de Competitividad Global 4.0 que mide la competitividad de 140 economías (90% del PBI mundial), donde la adopción de una nueva metodología para obtener el Ranking de Competitividad del Foro Económico Mundial para medir la competitividad ahora está basada en 12 pilares, compuestos por 98 indicadores. De los cuales 64 son nuevos indicadores y solo 34 se mantienen de la antigua metodología.

El Perú se mantiene en la “frontera de competitividad”, al alcanzar en el 2019 el puesto 65 con 61.7 puntos, descendiendo en dos puestos en relación con el 2018 donde alcanzó el puesto 63. A nivel latinoamericano, Perú se encuentra en el séptimo puesto de competitividad como se muestra a continuación.

Figura N° 1  
Ranking del informe global de la competitividad 2019

Rank	Economy	Score <sup>1</sup>	Diff. from 2018 <sup>2</sup>		Rank	Economy	Score <sup>1</sup>	Diff. from 2018 <sup>2</sup>	
			Rank	Score				Rank	Score
1	Singapore	84.8	+1	+1.3	48	Mexico	64.9	-2	+0.3
2	United States	83.7	-1	-2.0	49	Bulgaria	64.9	+2	+1.3
3	Hong Kong SAR	83.1	+4	+0.9	50	Indonesia	64.6	-5	-0.3
4	Netherlands	82.4	+2	—	51	Romania	64.4	+1	+0.9
5	Switzerland	82.3	-1	-0.3	52	Mauritius	64.3	-3	+0.5
6	Japan	82.3	-1	-0.2	53	Oman	63.6	-6	-0.8
7	Germany	81.8	-4	-1.0	54	Uruguay	63.5	-1	+0.8
8	Sweden	81.2	+1	-0.4	55	Kazakhstan	62.9	+4	+1.1
9	United Kingdom	81.2	-1	-0.8	56	Brunel Darussalam	62.8	+6	+1.3
10	Denmark	81.2	—	+0.6	57	Colombia	62.7	+3	+1.1
11	Finland	80.2	—	—	58	Azerbaijan	62.7	+11	+2.7
12	Taiwan, China	80.2	+1	+1.0	59	Greece	62.6	-2	+0.5
13	Korea, Rep.	79.6	+2	+0.8	60	South Africa	62.4	+7	+1.7
14	Canada	79.6	-2	-0.3	61	Turkey	62.1	—	+0.5
15	France	78.8	+2	+0.8	62	Costa Rica	62.0	-7	-0.1
16	Australia	78.7	-2	-0.1	63	Croatia	61.9	+5	+1.8
17	Norway	78.1	-1	-0.1	64	Philippines	61.9	-8	-0.3
18	Luxembourg	77.0	+1	+0.4	65	Peru	61.7	-2	+0.4

Fuente: Foro Económico Mundial (2019)

En la Figura N° 1.1, se puede apreciar que en el 2019, Singapur aparece como el país más próximo a la frontera de competitividad. El Perú se ubica en la posición 65 a nivel global, detrás de Chile (33), México (48), Uruguay (54), Colombia (57) y Costa Rica (62), pero detrás de Perú en Latinoamérica tenemos a Panamá (66), Brasil (71), República Dominicana (78), Trinidad y Tobago (79) y Argentina (83). (Foro Económico Mundial, 2019)

Según la evaluación del Foro Económico Mundial (2019), de los 12 pilares en el ranking de Competitividad 2019, la mejor posición de Perú es la del pilar de

estabilidad macroeconómica en la que está en primer lugar en el ranking, posición que es compartida por otros 33 países del mundo. También, se ubicó en el lugar 49 en el pilar tamaño de mercado y el puesto 56 en el pilar mercado productivo, dado por la disminución de los efectos de distorsión de impuestos y subsidios en competencia. Sin embargo, en el pilar del mercado laboral, el país ocupa el puesto 77; en el pilar de habilidades ocupa el puesto 81; en el de Infraestructura ocupa el puesto 88; en el de Capacidad de Innovación ocupa el lugar 90. En el pilar Instituciones se ocupa el lugar 94; en el pilar de Dinamismo de Negocios ocupa el puesto 97 y en Adopción de Tecnologías de Información y Comunicación ocupa el lugar 98. (Foro Económico Mundial, 2019)

Figura N° 2

Ranking de los 12 pilares del informe global de la competitividad para el Perú

**Performance Key** ◇ Previous edition △ Upper-middle-income group average □ Latin America and the Caribbean average  
**Overview 2019**



Fuente: Foro Económico Mundial (2019)

Estos pilares de competitividad constituyen áreas de oportunidad de mejora en el país, pero hay que tener en cuenta que hay muchos factores que influyen para conseguir esta competitividad, entre ellas está el tipo de mantenimiento que realicen las empresas en búsqueda de mejorar su productividad, que permita ser un país competitivo.

Por eso el actual gobierno del presidente Martin Vizcarra, ya ha iniciado llevar a cabo una Política de competitividad del país, para después enfocar los planes de competitividad a desarrollar, indicando que el Ejecutivo está comprometido en mejorar la productividad de las empresas y la competitividad del país en general, manifestado por el Ministro del MEF Carlos Oliva, como invitado especial en una reunión de la Cámara de Comercio Americana del Perú (AmCham) con la participación de sus asociados, el 18 de febrero de 2018. (AnCham, 2018)

“Para aumentar las capacidades de crecimiento del país se debe trabajar en los temas vinculados a la competitividad, porque todas las actividades económicas están relacionadas a este concepto. Sin competitividad este país no va a poder tener un crecimiento sostenible y mucho menos vamos a poder alcanzar el desarrollo que queremos”. (AmCham, 2018, p. 3)

La actual competitividad de la industria de manufactura busca garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y maquinarias de producción, que permitan obtener la máxima disponibilidad. Todo esto ha generado un mejoramiento del mantenimiento preventivo a través del tiempo, pasando de modelos estáticos (a la estancia del deterioro) a modelos dinámicos (seguimiento funcional y control multiparamétrico) con la finalidad de pronosticar los desperfectos en una etapa incipiente e incluso se quiere llegar a definir la causa del problema. El mantenimiento, ha dejado de ser considerado como un gasto dentro de las industrias, para ser considerado como una inversión necesaria para la generación de utilidades en la industria. (García, 2010)

La empresa Multimoldes S.A.C., presenta como visión: “ser la empresa líder en la fabricación y ventas de moldes de panetón y pirotines a nivel nacional. Ofreciendo productos a todos los niveles, innovándolos permanentemente, logrando que todos nuestros clientes disfruten y valoren el producto y servicio”. Según la visión de la empresa en los próximos años va a ser de vital importancia el crecimiento del capital humano y la innovación como elementos claves para incrementar la productividad y elevar la competitividad, que a su vez es clave

para mejorar los niveles de vida y generar los recursos necesarios para alcanzar objetivos sociales y la satisfacción de los clientes.

Cabe resaltar que Multimoldes S.A.C. tiene como misión: “ofrecer de manera oportuna y a precios competitivos, sus productos de papel y cartón elaborados bajo estándares de calidad establecidos por nuestros clientes”. Según la misión de la empresa en el corto plazo va a buscar responder a los desafíos del cambio tecnológico.

En la empresa Multimoldes S.A.C. el proceso para la fabricación de los moldes de panetones no es el más adecuado; se ha observado problemas que ocurren en este proceso productivo como es el cuello de botella en la última etapa de moldeado de la línea de producción. En esta etapa se hace difícil cumplir con la demanda establecida, lo cual obliga a la empresa a recurrir a la contratación de más personal temporal para dar solución al problema, los cuales traen consigo la disminución de la productividad, incremento de los costos laborales y problemas en la seguridad laboral de la empresa.

Estos problemas de incumplimiento con clientes se deben a que la empresa no cuenta con un plan de implementación de mantenimiento preventivo de su línea de producción que ocasionan cuellos de botellas (paradas de máquinas) por no contar con un mantenimiento preventivo de acuerdo con su vida útil, entre otros problemas, que hacen que se retrase el programa de producción, ocasionando pérdida de horas hombre y baja productividad del proceso de fabricación.

Además, los moldes de panetón son productos estacionarios que cuentan con una mayor demanda los últimos meses del año, generando elevados costos de mano de obra, ocurrencia de productos defectuosos, lo que ocasiona devolución de lotes de producción y la respectiva insatisfacción del cliente.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

¿Cómo la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de moldes de panetón incrementa la productividad en la empresa Multimoldes S.A.C. - 2018?

#### 1.2.2. Problemas específicos

P.E.1: ¿Cómo la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de moldes de panetón incrementa la eficiencia en la empresa Multimoldes S.A.C. - 2018?

P.E.2: ¿Cómo la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de moldes de panetón incrementa la eficacia en la empresa Multimoldes S.A.C. - 2018?

#### 1.3. Objetivos

##### 1.3.1. Objetivo general

Determinar como la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la productividad en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018.

##### 1.3.2. Objetivos específicos

O.E.1: Determinar como la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la eficiencia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018

O.E.2: Determinar como la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la eficacia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018

#### 1.4. Limitantes de la investigación

##### Limitación teórica

Desde el punto de vista teórico los programas de mantenimiento preventivo en una empresa productora de moldes de panetón, se revisó la bibliografía encontrando escasa información, por ser una industria muy reducida y característica del país.

#### Limitación temporal

La investigación se llevó a cabo entre los meses de enero a diciembre del 2018.

#### Limitación espacial

La limitación espacial que tuvo la investigación está conformada por el área geográfica de la empresa Multimoldes S.A.C., la cual se encuentra ubicada en el distrito de Chorrillos en Lima Metropolitana.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

IMBAQUINGO, Franklin y MARTÍNEZ, Fernando. Mejoramiento de la Productividad del Mantenimiento Mecánico de la Cooperativa de Transporte Noroccidental Cía. Ltda. Mediante la implementación de un software para Mantenimiento Preventivo y Correctivo de las unidades. Tesis (Ingeniero en Mecánica Automotriz). Ecuador. Universidad Internacional del Ecuador, 2014.

La investigación tuvo como objetivo implementar un software de mantenimiento para mejorar la productividad del área administrativa del taller en la flota de noroccidental. La metodología utilizada en la investigación fue aplicada – descriptiva. La investigación tuvo una muestra de tipo no probabilístico que considero todos los procesos que tiene la empresa. La investigación obtuvo como resultados que la implementación del programa de mantenimiento logró reducir el tiempo total de trabajo de los obreros en 20.75%, disminuyó el número de errores en el proceso de mantenimiento, se disminuyó el tiempo de actualización de kilometraje de las unidades en 0.98 minutos. Además, entre las mejoras destaca la creación de hojas de trabajo en 41.09 minutos y la generación de reporte de daños en 49.86 minutos y se obtiene un ahorro de US\$ 1369.95 al mes en mantenimiento. Conclusión: La implementación del software de mantenimiento permite disminuir todos los tiempos de las actividades que realiza el departamento de mantenimiento.

CHICAIZA, Edinson. Propuesta de aumento de la productividad en una empresa de cosméticos a través del mantenimiento autónomo y trabajo estandarizado, enfocado a la línea de envasado de fragancias. Tesis (Ingeniero en Producción Industrial). Ecuador. Universidad de las Américas, 2018.

La investigación tuvo como objetivo proponer el incremento de la productividad y eficiencia en las líneas gemelas de envasado de fragancias a través de la implementación de trabajo estandarizado y mantenimiento autónomo de las

máquinas críticas. La metodología utilizada en la investigación fue aplicada – descriptiva. La investigación obtuvo como resultados que la línea 1 de producción de fragancias llega al 80% de productividad, mientras que la línea 2 de fragancias llega al 73%. Para el desarrollo del mantenimiento se utilizan la metodología de Lean Manufacturing el cual propone un mantenimiento autónomo y estandarizado. Además, se logró la disminución de los costos operativos de operarios y máquinas en la línea 1 de un 5% y en la línea 2 el 11.7%. Conclusión: La implementación de la propuesta aumentó la productividad y eficiencia de las líneas de envasado de fragancias.

TOPANTA, Juan. Mejoramiento de la producción de la empresa Migplas de la ciudad de Guayaquil en el área de extrusión aplicando plan de mantenimiento autónomo basado en la filosofía TPM. Tesis (Ingeniero Industrial). Ecuador. Universidad de Guayaquil, 2015.

La investigación tuvo como objetivo implementar un Plan de Mantenimiento Autónomo en el área de extrusión de la empresa MIGPLAS de la ciudad de Guayaquil basado en la filosofía del TPM que permita reducir los desperdicios y mejorar la producción. La metodología utilizada en la investigación fue de tipo exploratoria con diseño descriptivo – correlacional. La muestra estuvo compuesta por 19 `personas que están involucrados directamente en el proceso de producción. La investigación obtuvo como resultados que establece que las condiciones de funcionamiento de los equipos inciden directamente sobre los niveles de producción y desperdicio del área, los desperdicios y paralizaciones de la línea de producción ascienden a un monto de US\$ 175.479,1. Con la implementación se logró que el personal sean más responsables y cambie su forma habitual de trabajar, mejorando las inspecciones de rutina y de los procesos de mantenimiento, promoviendo la detección temprana de fallas potenciales, mejorar las condiciones del equipo mediante la identificación y el control de los factores que afectan las pérdidas crónicas en el equipo con todo esto se espera que el personal eleve su moral y evitar conflictos inter-departamentales.

TORRES, Ismaray. Evaluación del impacto de la gestión de mantenimiento sobre el desempeño de producción en la Subdivisión de Maquinarias Pesadas de la Empresa “Planta Mecánica”. Tesis (Ingeniero Industrial). Cuba. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, 2013.

La investigación tuvo como objetivo aplicar un procedimiento para la evaluación del impacto de la gestión de mantenimiento sobre el desempeño de producción en la Subdivisión de Maquinarias Pesadas. La metodología utilizada en la investigación fue de tipo exploratoria con diseño descriptivo – correlacional. La investigación obtuvo como resultados que la aplicación del procedimiento incluyó entre sus elementos fundamentales, el establecimiento de relaciones funcionales entre variables de producción e indicadores de mantenimiento tales como: plazo de entrega – disponibilidad, costo de producción – costo directo de mantenimiento, calidad del producto – índice de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo, esta última en función del impacto que sobre la calidad ejercen los incumplimientos del plan de mantenimiento. El impacto de la gestión de mantenimiento sobre el desempeño de producción quedando demostrado cómo un inadecuado mantenimiento preventivo provoca grandes deficiencias en el área productiva.

#### 2.1.2. Antecedentes nacionales

CARRASCO, Liliana. Implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de envasado de talcos de la empresa Yobel SCM, Lima, 2017. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima. Universidad Cesar Vallejo, 2017.

La investigación tuvo como objetivo incrementar la productividad en el área de envasado de talcos de la empresa YOBEL SCM mediante la implementación del mantenimiento preventivo. La metodología utilizada en el estudio es de tipo de investigación aplicada con diseño cuasi experimental. La muestra de la investigación estuvo constituida por la producción de talcos durante 17 semanas antes y 17 semanas después de la implementación del mantenimiento preventivo. La investigación obtuvo como resultados que se incrementó en un

98% de incremento la eficiencia y eficacia del proceso, lo cual indica que incrementa la productividad a un 95% después de la implementación del mantenimiento. Conclusión: La investigación concluye que la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la productividad en el área de envasado de talcos de la empresa Yobel SCM.

RODRÍGUEZ, Yenifer. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de impresión de la empresa Envases Industriales SAC - Callao 2017. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima. Universidad Cesar Vallejo, 2017.

La investigación tuvo como objetivo demostrar que la aplicación del mantenimiento preventivo mejora significativamente la productividad del proceso de impresión. La metodología utilizada en el estudio es de tipo aplicada, explicativa con enfoque cuantitativo de diseño pre-experimental y longitudinal. La muestra de la investigación fue de tipo probabilística constituida por días antes y 30 días después de la implementación del mantenimiento preventivo. La investigación obtuvo como resultados que se mejora la productividad en un 33%, pasando de un 40% a un 73%. Conclusión: La investigación concluyó que el mantenimiento preventivo incrementa la productividad el área de impresión de la empresa Envases Industriales SAC.

ALTAMIRANO, Yosán y ZAVALLETA, Máximo. Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la empresa Naylamp – Chiclayo 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo. Universidad Señor de Sipán, 2016.

La investigación tuvo como objetivo elaborar un plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la producción en la empresa Destilería Naylamp - Chiclayo. La metodología utilizada en el estudio es de tipo de aplicativa - descriptiva con enfoque cuantitativo de diseño no experimental. La muestra fue de tipo probabilística por conveniencia y estuvo conformada por los 39 equipos que intervienen en el proceso de producción. La investigación obtuvo como resultados que 28 equipos del proceso de producción presentaron fallas,

de acuerdo con los indicadores de confiabilidad el 71.79% de las maquinas fallan (0,378 fallas/día) y el tiempo medio entre fallas (MTFB) de 2,64 días. Se tiene un total de tiempo de para de 145 horas en la fermentación, 90,25 horas en el área de destilación y 91 horas en área de producción de vapor. Se tiene una tasa de fallas del 87.5% en la etapa de fermentación, del 53.85% en el área de destilación y del 77.78% para el área de producción de vapor; con lo cual se evidencia que todas las etapas del proceso fueron críticas. Conclusión: Con la propuesta del plan de mantenimiento preventivo se logró mejorar la productividad de la fábrica de etanol.

AGUIRRE, Ricardo. Gestión del mantenimiento mediante Six Sigma para la optimización de la productividad de las maquinarias y equipos diversos de la empresa REMAP S.A.C.- Lima. Tesis (Doctor en Sistemas de Ingeniería). Huancayo. Universidad Nacional del Centro del Perú, 2015.

La investigación tuvo como objetivo determinar como la aplicación de la gestión del mantenimiento mediante Six Sigma optimizará la productividad de las maquinarias y equipos. La metodología utilizada en el estudio es de tipo de aplicativa - descriptiva con enfoque método expost facto de diseño no experimental. La muestra fue de tipo probabilística y estuvo conformada por 400 órdenes de trabajo. La investigación obtuvo como resultados que se logró mejorar el proceso de mantenimiento, lo cual permitió mejorar la calidad. Con la nueva gestión de mantenimiento se logró incrementar los mantenimientos preventivos de 31 a 364. Conclusión: La aplicación de la gestión de mantenimiento mediante Six Sigma logró la optimización de la productividad de los equipos y maquinarias.

## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Mantenimiento

#### Definición

García (2010) sostiene que el mantenimiento es “el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor

tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento” (p. 1)

Por su parte Duffua, Raouf y Dixon (2009) manifiestan que el mantenimiento es “la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantienen en, o se restablece, un estado en el que se pueda realizar las funciones designadas” (p. 29).

De Bona (1999) manifiesta que la implementación de una revisión periódica de las instalaciones, equipos y maquinarias dentro de una industria permite minimizar el número y consecuencia de las averías y fallas, debido a que se vigila el estado de los elementos y posibilita la reparación o la reposición programada. Además, permite alargar la vida útil de las instalaciones reduciendo el nivel de degradación imprevista.

También, tenemos que Cruzado (2014) define la gestión de mantenimiento como “un grupo sistemático de actividades orientadas al cuidado de los equipos e instalaciones en funcionamiento durante un determinado periodo de tiempo, donde se busca la más alta disponibilidad y el máximo rendimiento” (p.29)

#### Objetivo del mantenimiento

El objetivo de mantenimiento es obtener el máximo nivel de disponibilidad para la producción de bienes y servicios con las condiciones de calidad requeridas, minimizando los costos y elevando el nivel de seguridad de las instalaciones para el personal. (Mora, 2015)

Tenemos que Albán (2017) afirma que el mantenimiento debe estar orientado al cumplimiento de los objetivos de la industria, los cuales buscan optimizar la disponibilidad de los equipos productivos, disminuir los costos de gestión de mantenimiento, optimizar los recursos humanos y maximizar la vida útil de las maquinarias.

## Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento correctivo:** Es el conjunto de tareas denotadas a corregir las deficiencias que se van presentando en los equipos y que son informadas al departamento de mantenimiento por los propios usuarios. Para Gonzales (2016) el mantenimiento correctivo está relacionado a la corrección de las averías o fallas cuando éstas se presentan.
- **Mantenimiento preventivo:** Este mantenimiento consiste en mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento idóneo. Para Gonzáles (2016) el mantenimiento preventivo, es un mantenimiento planificado, el cual se realiza antes de la ocurrencia de fallas. Este tipo de mantenimiento se realiza periódicamente para alargar la vida útil de los equipos.
- **Mantenimiento predictivo:** Consiste en conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables. Para aplicar este mantenimiento se tiene que identificar las variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación indicará problemas que puede tener el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico debido a que requiere de medios técnicos avanzados, y de fuertes conocimientos técnicos, matemáticos y físicos. Según Gonzáles (2016), este mantenimiento está basado principalmente en localizar las fallas para dar tiempo a enmendarlas sin perjuicio al servicio, ni detención de la producción, basado en la medición seguimiento e instrucciones de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación, por lo cual este mantenimiento tiene un costo muy alto por los equipos a utilizar.
- **Mantenimiento Productivo Total:** Sistema orientado a eliminar las seis grandes pérdidas de los equipos, con el fin de poder ejecutar la producción “Just in Time”, la cual se propone a descartar cada uno de los desperdicios. Estas seis grandes pérdidas se relacionan con los equipos causando limitaciones en la eficiencia del sistema productivo causando tiempos muertos o paro del sistema productivo.

## 2.2.2. Mantenimiento preventivo

### Definición de mantenimiento preventivo

Cervisimag (2015) entiende como mantenimiento preventivo como una aplicación lógica para el correcto funcionamiento de las maquinarias, y así no ocasionar fallas a largo o corto plazo asegurando que la producción mantenga un buen desempeño, siendo implantada como ejecución periódica de inspecciones tanto de funcionamiento como seguridad.

Para García (2012) el mantenimiento preventivo es

La ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos con el fin de detectar condiciones y estados inadecuados de esos elementos que puedan ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento adecuado de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajustes o reparaciones, mientras las fallas potenciales están en estado inicial de desarrollo. (p. 36)

Moubray (2000) manifiesta que el mantenimiento preventivo es:

Una estrategia de mantenimiento basada en el tiempo en la que, sobre una base periódica predeterminada, el equipo se pone fuera de línea, se abre e inspecciona. Basado en la inspección visual, las reparaciones se hacen y el equipo se pone de nuevo en línea. Así, bajo esta estrategia de mantenimiento de equipos, la sustitución, revisión o remanufactura de un elemento se realiza a intervalos fijos, independientemente de su condición en el momento. (p. 112)

Para Krajewski, Ritzman y Malhotra (2014) con el mantenimiento preventivo es posible “reducir la frecuencia y duración del tiempo ocioso de las máquinas. Después de haber realizado las actividades habituales de mantenimiento, el

técnico puede efectuar pruebas en otras partes de la maquinaria que podría ser necesario sustituir” (p. 354)

El mantenimiento preventivo sirve para garantizar que no se interrumpan los flujos debido al tiempo de inactividad o al mal funcionamiento del equipo, debido a que la sustitución de las partes durante los periodos de mantenimiento regularmente programados es más sencilla y rápida que tratar de reparar las averías en una máquina durante los periodos de producción.

Para Chase y Jacobs (2014) el mantenimiento preventivo comprende

La inspección periódica y el diseño de reparaciones para que una máquina sea confiable. Los operadores llevan a cabo gran parte del mantenimiento porque están más familiarizados con sus máquinas y éstas son más fáciles de reparar, ya que las operaciones esbeltas favorecen el uso de varias máquinas sencillas en lugar de una compleja (Chase, y otros, 2014 pág. 412)

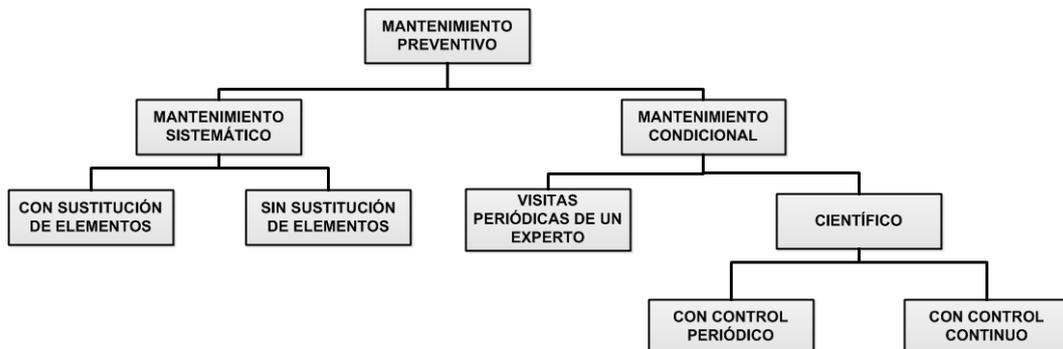
El objeto del mantenimiento preventivo es conocer el estado actual del equipo y así poder programar los mantenimientos. Se realizan acciones periódicamente con el fin de evitar fallos en el equipo.

Según Albertos (2012) el mantenimiento preventivo tiene como objetivos la reducción de costos, reducción de degradación de las instalaciones, optimizar el tiempo de trabajo del personal y aumentar el nivel de seguridad de las instalaciones.

### 2.2.3. Tipos de mantenimiento preventivo

Según Albertos (2012), el mantenimiento preventivo se clasifica en Mantenimiento Sistemático y Mantenimiento Condicional.

Figura N° 3  
Tipos de mantenimiento preventivo



Fuente: Albertos (2012)

El mantenimiento preventivo sistemático es un conjunto de tareas y/o actividades que se realizan antes que se produzca un fallo, evitándose las paradas innecesarias en el proceso productivo. Para la realización de este tipo de mantenimiento, se debe incluir la inspección y control programado de cambio cíclico de piezas, así como también una estimación de la vida útil de las piezas o componentes.

Por su parte el mantenimiento preventivo condicional busca asegurar el correcto funcionamiento de maquinarias mediante la inspección y la observación continua de los indicadores de su condición, sin tener la necesidad de realizar el desmontaje y revisiones diarias.

#### 2.2.4. Análisis de criticidad por tipo de equipo

No podemos tratar a todos los equipos con la misma importancia, si consideramos que los recursos de toda empresa siempre son limitados, es necesario saber administrar los recursos y repartir de la mejor forma priorizando los equipos con más representatividad en la actividad.

- Equipos críticos. Son aquellos afectan significativamente a la productividad de la empresa, los costos de parada o mal funcionamiento son inaceptables para la producción.

- Equipos importantes. Son aquellos equipos cuya parada o mal funcionamiento afectan a la empresa, pero de una forma económicamente asumibles y/o financiables.
- Equipos prescindibles. Son aquellos que no perjudican significativamente con la productividad de la empresa, en general estos generan un pequeño sobre costo, alguna incomodidad o un cambio en las actividades.

#### 2.2.5. Selección del modelo de Mantenimiento

Una vez identificado los equipos podemos empezar a definir los tipos de mantenimiento para cada grupo de equipo.

- Modelo para equipo crítico. Si el caso fuera un equipo crítico, se recomendaría trabajar con los mantenimientos preventivos, de esta forma se reduciría la posibilidad de falla al mínimo posible. Este modelo tiene como primera barrera la prevención y como segunda acción la corrección. La prioridad de este modelo es que la máquina sea atendida antes de que ocurriera la falla.
- Modelo para equipo prescindible. Si el caso es de un equipo prescindible, se recomienda un modelo con tratamiento de poca precaución, es mejor no invertir muchos recursos económicos en mantenimientos constantes de prevención. Se sugiere modelos no programados. Este modelo se apoya más en los mantenimientos correctivos para resolver los inconvenientes de los equipos. Este modelo trabaja generalmente cuando el equipo no compromete la programación del proceso productivo, en consecuencia, la empresa podrá prescindir del mismo hasta que sea finalmente reparado.
- Modelos para los equipos importantes. En este punto si se tiene que trabajar de una forma más profunda, debido que las acciones que debemos tomar es la suma de factores importantes como el costo del mantenimiento y el costo de tener una falla.

#### 2.2.6. Beneficios del mantenimiento preventivo

La implementación de un sistema de mantenimiento preventivo en las organizaciones trae consigo los siguientes beneficios:

Tabla N° 1

Beneficios del mantenimiento preventivo

Beneficio	Descripción
Seguridad	Se mejoran las condiciones de seguridad, debido a que se tiene un mayor nivel de conocimiento del estado físico y condiciones de funcionamiento de las instalaciones.
Vida útil	Brinda una mayor vida útil que el mantenimiento correctivo.
Costo de reparaciones	Se reduce el costo de reparaciones al programar las actividades de mantenimiento de forma periódica
Inventarios	Se reducen el costo de inventarios debido a que se determina en forma precisa los materiales de mayor e insumos necesarios para realizar el plan de mantenimiento
Carga de trabajo	Se reduce la carga de trabajo para el personal de mantenimiento, debido a que el mantenimiento preventivo minimiza las fallas

Fuente: Céspedes (1981)

### 2.2.7. Dimensiones del mantenimiento preventivo

#### Confiabilidad

Para Mora (2015) la confiabilidad se comprende como la posibilidad de que un equipo funcione correctamente en condiciones adecuadas, la cual se encuentra relacionada de forma directa con la calidad del producto. Por lo que se entiende, que si la calidad del producto es baja, la confiabilidad del mantenimiento también será baja.

Por lo tanto, se entiende por confiabilidad como aquella probabilidad de que un sistema de producción, incluyendo a sus equipos, función de forma correcta, reduciendo al mínimo las fallas o riesgo de pérdidas. (Rojas, 2017)

Operacionalmente la confiabilidad se determina mediante la siguiente formula:

$$Co = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$$

Donde:

MTBF: Tiempo promedio entre las fallas

MTTR: Tiempo promedio para reparar

El MTBF se define mediante la siguiente formula:

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de trabajo}}{\text{Numero de fallas}} \times 100$$

También el MTTR se calcula de la siguiente forma:

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparación}}{\text{Numero de fallas}} \times 100$$

Disponibilidad

La disponibilidad en el mantenimiento se comprende como la probabilidad de que los equipos funcionen correctamente en un periodo de tiempo dado, después de haber iniciado las operaciones en condiciones estables.

Según Arques (2009), manifiesta que la disponibilidad es “la probabilidad de que un equipo realice las funciones requeridas en un instante o periodo de tiempo determinado, siempre que funcione y se mantenga de acuerdo con los procedimientos establecidos” (p. 69).

La disponibilidad se calcula con la siguiente formula:

$$D = \frac{TT - TMT}{TT} \times 100$$

Donde:

D: Índice de Disponibilidad de los Recursos

TT: Tiempo total

TMT: Tiempo Muerto Total

#### 2.2.8. Productividad

La productividad es la interacción entre los diferentes factores que permite medir lo bien o lo mal que se han combinado los recursos para cumplir los resultados esperados.

Cruelles (2013) define la productividad como un ratio que mide el grado de aprovechamiento de los factores y recursos del proceso de producción, donde el aumento de la productividad trae consigo la disminución de los costos de producción y genera el aumento de la competitividad en el mercado.

Para Ayuni y Matheus (2013) la productividad “es el vínculo entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos empleados para alcanzar dicha producción”. (p.25)

Podemos entender la productividad como el uso de los recursos y de los elementos de producción con el objetivo de minimizar los costos para obtener una mejora en la calidad tanto en el producto como en el proceso productivo.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumos}}$$

La productividad puede medirse total o parcialmente, según se considere todos los recursos o parte de ellos.

Gutiérrez (2014) manifiesta que la productividad está directamente relacionada con el rendimiento obtenido lo que significa que al acrecentar la productividad refiere a lograr un mejor rendimiento, la productividad es el cociente de entre resultados y recursos

#### 2.2.9. Indicadores de la productividad

Un índice de productividad puede utilizarse para comparar el nivel de eficiencia de la empresa, ya sea en su conjunto, o respecto de la administración de uno o varios recursos en particular.

Según Bonilla (2012) se toman en cuentas las siguientes características:

- Los índices de productividad se pueden usar para comparar la productividad de la empresa u organización con la de los competidores,

esto es, para saber si en la empresa se está realizando una buena administración de los recursos con respecto a la competencia.

- Los índices de productividad permiten al administrador controlar el desempeño de la empresa, para detectar algún cambio en la productividad de la empresa.
- Los índices de productividad pueden usarse” para comparar los beneficios relativos que pueden obtenerse con algún cambio en la utilización de los factores de producción.” (Bonilla, 2012, p. 27)
- Los índices de productividad pueden usarse “para propósitos administrativos internos como Ej. la negociación con el personal”. (Bonilla, 2012, p. 35)

Existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuales están muy relacionados con la calidad y la productividad: eficiencia, efectividad y eficacia. Sin embargo, a veces, se les mal interpreta, mal utiliza o se consideran sinónimos; por lo que consideramos conveniente puntualizar sus definiciones y su relación con la calidad y la productividad.

#### 2.2.10. Dimensiones de la productividad

Eficiencia: Según Cruelles (2013) la eficiencia es la “relación que existe entre los insumos y la producción, buscando reducir el costo de los recursos, en otras palabras, es la relación entre producción real lograda y la producción estándar esperada”. ( p. 10)

Por otro lado, la eficiencia es la relación entre los recursos programados y los insumos utilizados realmente. El índice de eficiencia, expresa el buen uso de los recursos en la producción de un producto en un periodo definido. (García, 2012, p. 16)

Se le utiliza para dar cuenta del uso de los recursos o cumplimiento de actividades con dos acepciones o cumplimiento de actividades con dos

acepciones: la primera, como la “relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos estimados o programados”; la segunda como “grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos” (Bonilla, 2012, p. 49)

Eficacia: Para Gutiérrez (2014) la eficacia se entiende como “las actividades que han sido planeadas y se logra alcanzar los resultados que fueron planeados, en otras palabras, la eficacia se puede ver como la facultad de conseguir el resultado que se desea o se espera” (p. 20)

Por otro lado, la eficacia es la relación entre los productos logrados y las metas que se tienen fijadas. El índice de eficacia expresa el buen resultado de la realización de un producto en un periodo definido. (García, 2012, p. 17)

Valora el impacto de lo que hacemos, del producto o servicio que prestamos. “No basta con producir con 100% de efectividad el servicio o producto que nos fijamos, tanto en cantidad y calidad, sino que es necesario que el mismo sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado” (Bonilla, 2012, p. 61)

### 2.3. Definición de términos

Calidad: Elaborar un producto de acuerdo con estándares internacionales y que cumpla con satisfacer las necesidades del cliente.

Competitividad: Generar la mayor satisfacción de los consumidores fijado un precio o la capacidad de poder ofrecer un menor precio, fijada una cierta calidad.

Cuello de botella: Fase de la cadena de producción más lenta que otras, que ralentiza el proceso de producción global.

Desperdicios: Todo aquello que no agrega valor, y por lo cual el cliente no está dispuesto a pagar.

**Gestión:** El concepto gestión, proviene del latín gessio y hace referencia a la acción y al efecto de gestionar o de administrar. Se trata, por lo tanto, de la concreción de diligencias conducentes al logro de un negocio o de un deseo cualquiera. La noción implica además acciones para gobernar, dirigir, ordenar, disponer u organizar.

**Mantenimiento:** Es el conjunto de técnicas que tienen por objeto conseguir una utilización óptima de los activos productivos, manteniéndolos en el estado que requiere una producción eficiente con unos gastos mínimos. De esta forma nos aseguramos de que, un buen mantenimiento de que los activos entregué como resultado periodos más largos y controlados en el funcionamiento eficiente de los equipos.

**Movimiento innecesario:** Es aquel tipo de desperdicio (actividad que no agrega valor) que en la operación se manifiesta en acciones tales como: mirar, buscar, acumular partes y hasta caminar.

**Productos defectuosos:** Es aquel tipo de desperdicio (actividad que no agrega valor) que en la operación se manifiesta en las reparaciones, scrap, reemplazos en la producción e inspección. Este desperdicio implica: manejo, tiempo y esfuerzo desperdiciado.

**Pull:** Sistema de producción en el cual se produce a partir de un requerimiento del cliente. Este enfoque es conveniente cuando se compite por innovación y flexibilidad, y su implantación requiere de información rápida desde los puntos de venta, así como de un sistema de producción rápido y flexible

**Sobreproducción:** Es aquel tipo de desperdicio (actividad que no agrega valor) que en la operación se manifiesta al producir artículos para los que no existen órdenes de producción; provoca incremento en inventario y costo de mantenimiento.

### III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

##### 3.1.1. Hipótesis general

La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la productividad en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018

##### 3.1.2. Hipótesis específicas

H.E.1: La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la eficiencia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018

H.E.2: La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la eficacia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018

#### 3.2. Operacionalización de variables

Variable Independiente (X)

Programa de Mantenimiento Preventivo

##### Definición

Proceso de mantenimiento donde se identifica y supervisa los elementos estructurales de maquinarias y equipos. Además, de monitorear las condiciones de las maquinarias y equipos, lo que nos da las suficientes herramientas para poder anticiparse a fallos y averías que causen la detención de la producción, defectos en la calidad de los productos y pérdidas de materiales. (Cuatrecasas, 2000)

##### Dimensiones

X1: Confiabilidad

X2: Disponibilidad

Variable dependiente (Y)  
Productividad

Definición

La medición de la productividad se da por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados, donde los resultados se pueden medir en unidades y en utilidades monetarias. La productividad se ve afectada por el uso de los recursos en el proceso de producción. (Gutierrez, 2014)

Dimensiones

Y1: Eficacia

Y2: Eficiencia

La matriz de operacionalización de las variables de muestra en el Anexo 2.

## IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 4.1. Tipo y diseño de la investigación

De acuerdo con el propósito de la investigación, la presente investigación es de tipo aplicada. Según Chávez (2007) define una investigación aplicada como:

“Investigación que tiene como fin principal resolver un problema en un periodo de tiempo corto. Dirigida a la aplicación inmediata mediante acciones concretas para enfrentar el problema. Por tanto, se dirige a la acción inminente y no al desarrollo de la teoría y sus resultados, mediante actividades precisas para enfrentar el problema”. (Chávez, 2007, p. 134)

El diseño de la investigación es cuasiexperimental, donde se establecieron dos grupos: Pre prueba (antes de la aplicación del Mantenimiento Preventivo Programado) y Post prueba (después de la aplicación del Mantenimiento Preventivo Programado). Hernández, Fernández y Baptista (2014) manifiestan que en las investigaciones con diseño cuasiexperimentales:

“Los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que dichos grupos ya están conformados antes del experimento: son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se integraron es independiente o aparte del experimento)”. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 151)

El diagrama del diseño fue:



Dónde:

G: Grupo de sujetos a la experimentación

X: Tratamiento, estímulo o condición experimental para la variable independiente

O<sub>1</sub>: Medición del grupo G1 (sin aplicación de estímulos), apareciendo antes del estímulo o tratamiento, denominada pre prueba.

O<sub>2</sub>: Medición del grupo G2 (con aplicación de estímulos), apareciendo después del estímulo o tratamiento, denominada post prueba.

## 4.2. Población y muestra

### 4.2.1. Población

La población estuvo constituida por todas las órdenes de trabajo de moldes de panetón realizados en el año 2018 en la empresa Multimoldes S.A.C.

### 4.2.2. Muestra

La muestra fue de tipo determinístico, porque se elegirá un determinado tamaño de muestra, que corresponden a las órdenes de trabajo con mayor número de moldes de panetón para cada grupo de estudio, es decir, antes y después de la aplicación del Programa de Mantenimiento Productivo Preventivo.

Se establecerán dos grupos de estudio: Casos y Controles

Grupo Control: Pedidos realizados antes de la implementación del programa de mantenimiento preventivo (Enero – Junio)

Grupo Casos: Pedidos realizados después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo (Julio – Diciembre)

## 4.3. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información de campo

### 4.3.1. Técnica

La técnica que se utilizará en la investigación será la observación de los procesos de pedidos de moldes de panetón en la empresa. Además, se tomarán nota de los datos para registrarlos para su análisis posterior.

### 4.3.2. Instrumento

El instrumento que se utilizó en la investigación fue la ficha de recolección de datos, en el cual se anotaron los datos de los pedidos de molde panetón que se registraron en la empresa.

#### 4.4. Análisis y procesamiento de datos

Para la recolección de datos de los pedidos de moldes de panetón se realizarán mediciones de tiempo, costos, utilización de materiales, además de registrar el número de productos defectuosos, el número de reprocesos e incidencias en el proceso productivo.

Con los datos obtenidos de las fichas de recolección se creó una base de datos en Excel. Luego se creó y codificó una base de datos en SPSS, el cual nos servirá para el análisis estadístico de las variables. El análisis de los datos se realizó en dos partes, la estadística descriptiva y la estadística inferencial. La estadística descriptiva nos permite describir el comportamiento de las variables de estudio, para lo cual se utilizarán estadísticos descriptivos y grafico de cajas que nos permitirán realizar la comparación de los resultados antes y después de la implementación del Mantenimiento Preventivo Programado. Además, la estadística inferencial nos permitió la comprobación de las hipótesis planteadas en la investigación, para lo cual se utilizaron la prueba de Normalidad de Kolmogorov Smirnov que nos determinará qué tipo de prueba de hipótesis utilizar para la comprobación de las hipótesis.

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados descriptivos

#### 5.1.1. Situación actual

La Empresa Multimoldes S.A.C., se dedica principalmente a la fabricación de moldes de paneton, pirotines para kekitos, rollos de papel envoltura (moneda y explosivos), papel lustre de colores, cartón microcorrugado de colores, cartulinas fosforescentes y otros; presta servicios de recubrimientos de diversidad de papeles y cartones con insumos como parafina, siliconas, resinas o una mezcla de cualquiera de ellas.

#### Misión

Multimoldes S.A.C. tiene como misión ofrecer a sus clientes, de manera oportuna y a precios competitivos, sus productos de papel y cartón, elaborados bajo estándares de calidad establecidos por nuestros clientes y mediante procesos desarrollados en armonía con el medio ambiente.

#### Visión

Ser la Empresa líder en la fabricación y ventas de moldes de panteón y pirotines a nivel nacional y también a nivel de Sudamérica en el mediano plazo, que ofrezca estos productos a todos los niveles, innovándolos permanentemente, y logrando que nuestros clientes disfruten y valoren el producto y servicio.

#### Política de la Empresa

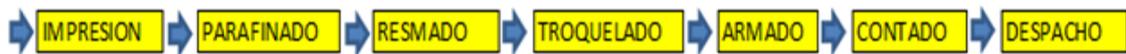
Multimoldes S.A.C. es una empresa privada organizada para funcionar como Sociedad Anónima Cerrada, que se rige por la Ley General de Sociedades y por su Estatuto Social. Se dedica al rubro de envases para alimentos e impresiones en general, ofreciendo productos de alta calidad que llegan a satisfacer las necesidades del cliente aplicando una mejora continua.

#### Proceso productivo

La empresa cuenta con máquinas y equipos que la hacen líder en la producción de moldes de panetón, para el estudio de la presente tesis desarrollaremos cada uno de éstos, los cuales serán implementados y reemplazados por la maquina en cuestión.

Figura N° 4

Diagrama de bloques



Fuente: Elaboración propia

#### Proceso de Impresión:

El tipo de sistema de impresión usado por la empresa es de tipo flexográfica. Este proceso consiste en que el papel que ingresa al proceso en forma de bobinas es impreso en diferentes colores ya sea con fondeados o como impresiones de logos, esto se da a través del uso de tintas líquidas (impresiones tipo Flexográfica) cuyo origen pueden ser: tintas al alcohol o tintas en base a agua. Para la impresión se utilizan rodillos de fierro debidamente alineados y enjebados con un caucho especial con una determinada dureza.

El proceso inicia cuando el papel en bobinas es jalado hacia los cuerpos de impresión mediante jaladores de jebe (pisadores), los cuales hacen que el papel pase en forma homogénea y pareja por los diferentes cuerpos de impresión de la máquina.

Son en estos cuerpos de impresión donde se da el pintado al papel ya sea de diferentes colores o de diferentes tipos (fondeados, logos, barnizados) un mismo trabajo puede requerir todos los procesos de impresión antes mencionados.

Cada cuerpo de impresión está compuesto por 3 tipos de rodillos: tomadores de tinta como primer tipo, rodillo anilox como segundo tipo y de rodillos ya sea tipo fondeador, portacisses o barnizadores como tercer tipo dependiendo del tipo de trabajo que se quiera realizar.

Una vez que el papel pasa por los diferentes cuerpos de impresión, pasa por un túnel de secado el cual puede ser de aire caliente o de aire frío o en algunos trabajos puede ser una mezcla de ambos.

Finalmente, luego de que el papel pase por el túnel de secado, se rebobina nuevamente mediante el uso de embragues mecánicos cuya finalidad es que la bobina se rebobine en forma pareja y rígida, para que pueda pasar a otro proceso.

La empresa cuenta con 4 impresoras:

- Impresora "A": Impresora de 2 cuerpos de impresión y con un cuerpo de barnizador, bien definidos.
- Impresora "B": Impresora con 2 cuerpos de impresión.

### Proceso de Resmado

Consiste en transformar (convertir) el papel en pliegos (resmas), de diferentes medidas, este proceso es realizado por máquinas que cortan el papel con cuchillas, dispuestas en forma helicoidal (de tijeras).

El proceso inicia cuando las bobinas de papel ingresan a la maquina en forma continua, el papel es jalado por una polea pequeña hacia las cuchillas de corte.

Estas cuchillas de corte constan de 2 cuchillas ubicadas en las partes superior e inferior de la maquina respectivamente, estas cuchillas cortan el papel en forma helicoidal, la cuchilla superior está ubicada en una paleta giratoria que en un extremo del eje son colocados los diferentes piñones de corte, cada una de la cual corresponde a una medida de corte diferente, mientras que la otra cuchilla esta fija en la parte inferior de la máquina, y cada vez que gira la paleta superior y hace contacto con la cuchilla inferior (fija) se realiza el corte del papel.

Las medidas de corte se logran mediante el uso de piñones de corte, el ancho de corte ira directamente proporcional al número de dientes que tiene cada piñón, es decir a más dientes mayor será la longitud de corte.

El papel ya cortado, se transporta mediante fajas a una mesa de emparejamiento, es aquí donde el operario empareja el papel en los diferentes bordes (laterales, superior e inferior).

Esta máquina cuenta con un contometro (contador) digital el cual permite saber cuánto es lo que se está cortando y de esta manera poder ir separando el papel en cientos, millares o el número de pliegos que se requiera.

Finalmente, el papel ya emparejado se ordena en pilas sobre parihuelas esperando el siguiente proceso.

La empresa cuenta con 3 resmadoras, una de las cuales está destinada especialmente al corte de diferentes cartones (ya sea para su uso en las bases de los moldes de panetón o como material escolar en el caso del cartón micro corrugado de colores) y las otras 2 resmadoras están destinadas a todo tipo corte de papel.

#### Proceso de Parafinado y Revestimiento:

Como su nombre lo indica mediante este proceso se recubren los diferentes tipos de papeles con ceras o parafinas, como es el caso de las bases y perimetrales de los moldes de panetón: así como los kekitos y los separadores de los diferentes productos alimenticios propios de la panificación, la función principal de este tipo de recubrimiento (cerasparafinas) es evitar el paso de grasas y aceites fuera de los papeles y moldes.

Otro tipo de recubrimiento son el de parafinas-siliconas y resinas tipo el Elvax. Que son usadas en la producción de rollos con propiedades termosellables que permiten que el papel a través de la aplicación de calor quede sellado, este tipo

de producto es usado en el caso de las envolturas de cucharitas tanto de los diferentes musses y en el caso de los helados.

Además, se usa el Elvax para producir papel destinado a la fabricación de rollos y cartuchos para dinamita este tipo de recubrimiento evita que factores tipo humedad y calor puedan actuar sobre el explosivo, es decir actúa como un aislante de humedad.

El proceso inicia cuando el papel (en forma de bobinas) que a su vez puede estar ya impreso, pasa a través de una tina, la cual contiene el revestimiento (ceras, parafinas, resinas, elvax, etc) este revestimiento es adherido al papel mediante el uso de rodillos calientes (rodillos en cuyo interior presentan resistencias eléctricas), los cuales giran alrededor del papel haciendo que este absorba el revestimiento.

El nivel de revestimiento (capa de revestimiento) dependerá de la velocidad tanto de la maquina como de la aplicación del revestimiento (ambas velocidades son independientes)

El papel una vez revestido pasara por diferentes rodillos ya sean calientes o fríos dependiendo del tipo de trabajo, hasta que finalmente el papel ya revestido vuelve a ser rebobinado.

#### Proceso de Troquelado:

Es en este proceso donde se le dan las diferentes formas a los papeles y cartones, detalles como tamaños, redondelas, flecos, líneas de agua, ondeados, etc. Es realizado mediante maquinas llamadas troqueladoras las cuales cortan el papel mediante el uso de troqueles, los troqueles son cuchillas adheridas a una base de madera y es en estos troqueles donde se cortan todos los detalles del troquelado.

La máquina consta de dos planchas de acero dispuestas en forma de libro, en una de estas planchas están colocados los troqueles o cuchillas y en la otra se coloca el papel en pliegos.

Una vez colocados las cuchillas y los pliegos de papel, las 2 planchas se cierran a gran presión, es en este golpe donde hacen contacto tanto el papel y las cuchillas dándole la forma del troquel al papel.

La empresa cuenta con 3 troqueladoras las cuales pueden troquelar papeles de diferentes gramajes (espesor) hasta todo tipo de cartones.

### Proceso de Moldeado

Proceso por el cual se le da forma final a los moldes de panetón, consiste en unir tanto los perimetrales como las bases de los moldes, esto se da a partir de la unión de ambas partes mediante presión usando una cola (goma) de grado alimenticio.

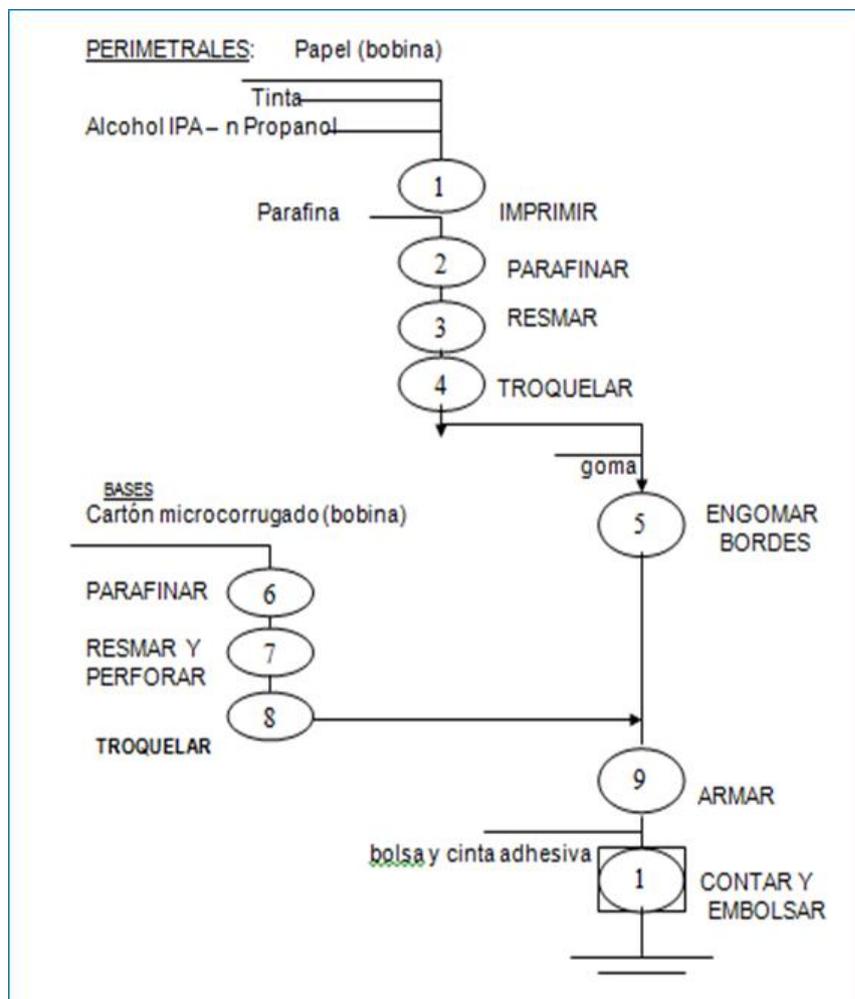
Con el papel troquelado en forma de perimetrales y las bases troqueladas en forma de redondelas, el operario pasa a las moldeadoras, estas máquinas tienen moldes de aluminio de diferentes tamaños, y es aquí donde mediante presión se unen tanto perimetrales como bases (en la zona donde se aplicó la cola) para dar el acabado final a los moldes de panetón.

La máquina donde se realiza este proceso se llama Moldeadora, esta tiene una base en el cual se colocan los moldes de aluminio (en forma invertida), y es en estos moldes de aluminio de diferentes tamaños donde se coloca el papel perimetral alrededor del molde y las bases de cartón en la parte superior para que el platillo de la moldeadora mediante presión, una de las bases con los perimetrales obteniendo el molde final

La máquina está compuesta por un plato superior, que une tanto bases como perimetrales a través del uso de la presión, la cual es transmitida mediante resortes accionando un pedal ubicado en la parte inferior de las moldeadoras.

La empresa cuenta con 120 moldeadoras, que hacen 60 pares de moldeadoras, cada par es operado por un maquinista que produce en promedio de 3000 moldes diarios c/u es decir la producción de moldes diaria es de 180,000 moldes, y es aquí donde se concentra el mayor esfuerzo de la empresa, puesto que este rubro representa alrededor del 75% de la facturación de la empresa.

Figura N° 5  
Diagrama de moldes de panetón



Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 2

Tiempos estándares de producción

		<b>TIEMPOS ESTANDARES DE PRODUCCION</b>			Planta: A Pág.: 1 de 1	
TIPO	FUNCION	DENOMINACION	PRODUCCION POR TURNO (12 HRS)	UNIDADES	TIEMPO DE PRODUCCION	UNIDADES
IMPRESORAS (2)	Es la de dar colores a los diferentes tipos de papel ya sea de tipo fondado, logos y barnices.	A ( 2 colores mas barnizados)	14000	METROS	19.44	MESTROS/MIN
		B ( 2 colores)	14000	METROS	19.44	MESTROS/MIN
RESMADORAS (2)	Consiste en cortar el papel en pliegos (resmas), de diferentes medidas, esto proceso es realizado por maquinas que cortan el papel con cuchillas dispuestas en forma helicoidal (forma de tijeras)	A (resmado de papel)	40000	RESMAS	55.56	RESMAS/MIN
		C (resmado de cartón)	35000	RESMAS	48.61	RESMAS/MIN
PARAFINADORA (1)	Recubrir el papel con diferentes ceras o mezclas de ceras y siliconas a través del uso de rodillos calientes, con la finalidad de evitar el paso de la grasa fuera del papel ya revestido o de aislar el papel de la humedad y el calor.	A	10000	METROS	13.89	MESTROS/MIN
TROQUELADORAS (3)	Máquinas dispuestas en forma de libros en cuyo interior se colocan troqueles con diversas medidas y formas, es a través de la presión que ejercen los motores que la maquinas se cierra y corta el papel de acuerdo a la forma que posean las cuchillas del troquel.	A	40000	RESMAS	55.56	RESMAS/MIN
		B	10000	RESMAS	13.89	RESMAS/MIN
		C	10000	RESMAS	13.89	RESMAS/MIN
GUILLOTINAS (1)	Cortar el papel de formatos grandes a formatos pequeños, eliminar los refles y sobrantes obtenidos después del resmado.	A	20000	RESMAS	27.78	RESMAS/MIN
MOLDEADORAS (60 pares)	Unir el papel perimetral y bases de cartón microcorrugado, para obtener finalmente el pirotn o molde de panetón. Costa de una base plana en el cual se colocan los moldes de aluminio que tienen diferentes características ya sea de altura, diámetros y volúmenes, es en estos moldes donde se unen tanto perimetrales y bases a través de la aplicación de presión por medio de platos ubicados en la parte superior de la maquina y accionados mediante un pedal ubicada en la parte inferior, es mediante esta unión entre plato y molde de aluminio que se obtiene el pirotn.	Del 1 al 60	3000	MOLDES	4.17	MOLDES/MIN

Fuente: Elaboración propia

Materia prima

La principal materia prima para Multimoldes S.A.C. es el papel en sus diferentes tipos, gramajes y anchos, siendo la empresa líder en la producción de moldes de panetón, Multimoldes S.A.C. importa papel Glassine de gran calidad: empresas de Italia, Suecia, Alemania, Brasil, México, son los principales proveedores de este tipo de papel siendo en muchos casos los únicos tipos de papel en Perú destinados únicamente a la producción de moldes de panetón, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla N° 3

Proveedores extranjeros de materia prima

Tipo de papel	Gramaje (gr/m2)	Proveedor	País de origen
Glassine Silco Brown	88	Champ Paper Group	Italia
Glassine Chocolate	90	Copamex	México
Glassine Chocolate	90	Cartonal	Italia
Glassine Red Brown	60	Rhotbraun	Alemania
Supercalandrado	48	Millykoski Paper	Finlandia
Glassine Natural	85	MD Papeis	Brasil
Supercalandrado	52-56-60	Storaenso	Suecia

Fuente: Elaboración propia

Además de proveedores de papel de origen extranjero, la empresa cuenta con proveedores nacionales de papel Kraft, copia, bond, cartón microcorrugado, entre otros.

Tabla N° 4

Proveedores nacionales de materia prima

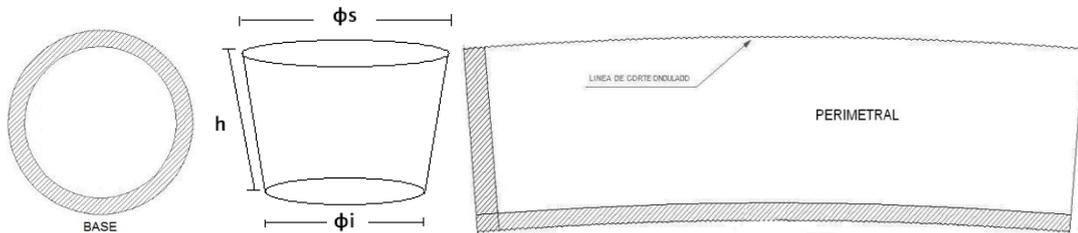
Tipo de papel	Gramaje (gr/m2)	Proveedor
Kraft Fluting	50-75-90-110-127	Manufacturera Papelera Comercial S.A
Kraft	75-110	Industrias del Papel S.A
Kraft Corrugar	100-110-127	Industrias del Cartón S.A
Propal Copia	35	Scroth Corp. Papelera S.A
Propal Copia	35	Forms & Packs del Peru S.A.C
Bond	56-60	Scroth Corp. Papelera S.A
Carton microglassine	220-240	Unión Cartonera S.A.C
Carton Microcorrugado	270-300	Coecasa S.A
Carton Microcorrugado	270-300	Cartones Villa Marina S.A
Carton Microcorrugado	220-240-270-300	Union Cartonera S.A.C
Carton Microcorrugado	220-240-270-300	Manufacturera Papelera Comercial S.A

Fuente: Elaboración propia

El producto con mayor demanda de la empresa, son los moldes de panetón, el cual está compuesto por:

Figura N° 6

Vistas del Molde de Panetón



Fuente: Elaboración propia

Perimetral: bordes ondeados de buena impresión sin desfase, buena resolución y nitidez. Pegado resistente a temperaturas mayores de 220°C y a la fermentación de las masas. Los perimetrales están elaborados de material:

- a) Papel glassine de 60 a 120 gr/m<sup>2</sup>.
- b) Papel Kraft parafinado de 65 a 150 gr/m<sup>2</sup>.

Bases:

- a) Papel glassine y/o kraft.
- b) Micro corrugado glassine.

Medidas:

Tabla N° 5

Medidas de los moldes de panetón

gr	Φi (Diámetro interno)	Φs (Diámetro externo)	H (Altura)
85	7	7.5	6.5
100	7.5	8	6.5
500	13.5	14.5	9
750	15.5	16.5	13
900	16	17	13

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Descripción del servicio interno de mantenimiento

La empresa Multimoldes SAC, viene manejando el tipo de Mantenimiento Correctivo, para reparar eventualmente las fallas cuando ocurran.

En la empresa la ejecución del mantenimiento se realiza con problemas debido a la descoordinadas entre las actividades involucradas para realizar el mantenimiento correctivo. El segundo problema es que la empresa nunca se anticipa a las fallas y por el contrario trata de encontrar como agilizar sus actividades cuando las fallas ocurran.

#### Proceso del mantenimiento correctivo

El Mantenimiento Correctivo se realiza con la inspección diaria de los operarios, a los cuales la empresa les delega la responsabilidad de realizar inspecciones diarias a todo el personal que esté involucrado con la operación. La finalidad de la operación de la inspección es poder detectar potenciales fallas del equipo. Una vez detectada la falla el operario informa a los supervisores de obra y ellos inician el proceso del mantenimiento correctivo. El proceso es simple, y la poca preparación para este mantenimiento hace larga la reacción de la empresa, sobre todo en la espera de los repuestos necesitados.

#### Flujo grama Mantenimiento Correctivo

En la Figura 6 se muestra la manera en que la empresa maneja sus procesos ante un mantenimiento correctivo.

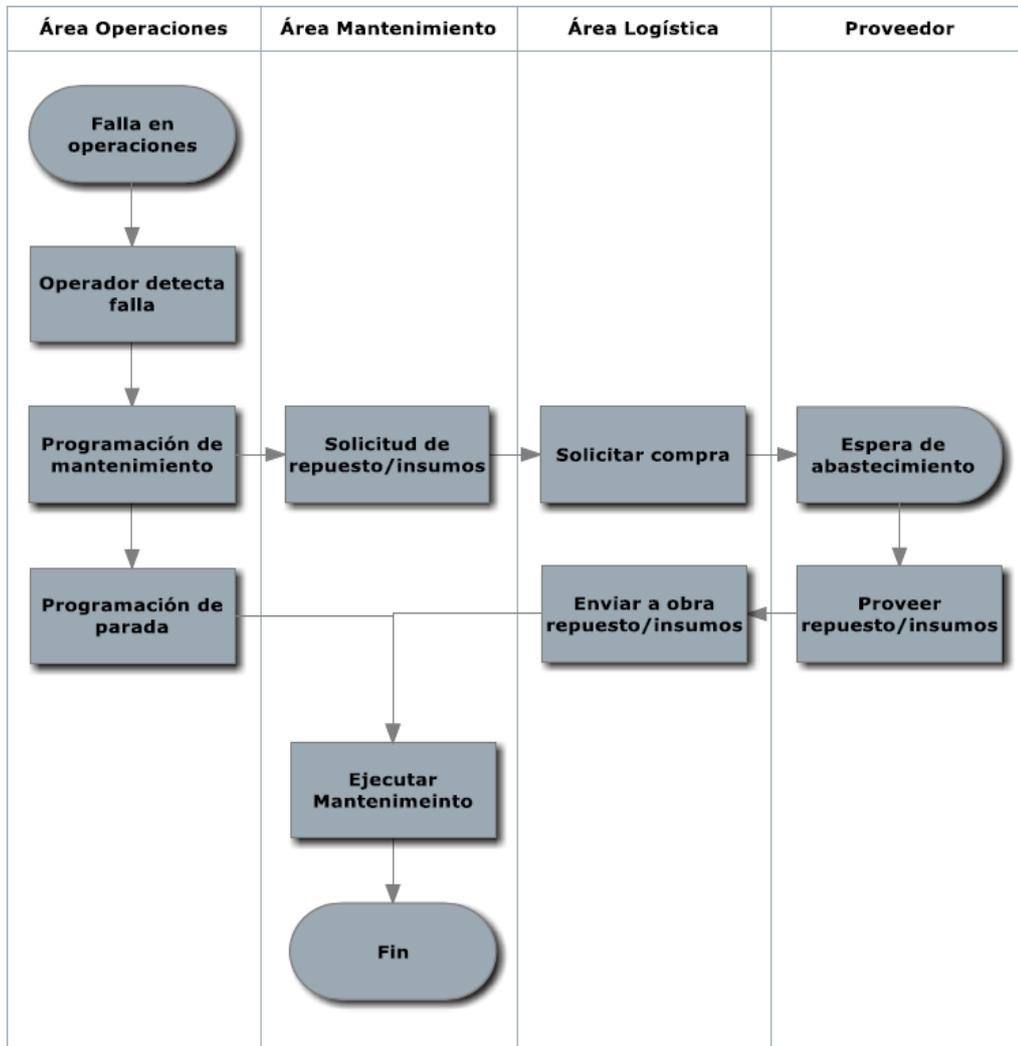
En este proceso la ejecución del mantenimiento correctivo se realiza casi terminando la secuencia del programa.

El proceso de mantenimientos correctivos es por naturaleza más largo y costoso que el de los mantenimientos preventivos. Pero en este proceso encontramos muchos puntos en los cuales alarga el tiempo de espera y los costos del mantenimiento.

Los puntos críticos son los de espera por los repuestos y programación del mantenimiento, esto se debe a la poca preparación para las eventuales fallas.

Figura N° 7

Flujo del mantenimiento preventivo en la empresa Multimoldes SAC



Fuente: Elaboración propia

### 5.1.3. Implementación del programa de mantenimiento preventivo

Los equipos como plotters e impresoras láser color de alta resolución y de última tecnología, son de suma relevancia dentro de las organizaciones, por consiguiente, este tipo de máquina electromecánica requieren de cuidados especializados para su buen funcionamiento. La empresa optó por un plan de mantenimiento para reducir paradas por incidencias y averías en los equipos, por lo que se optó por implementar el plan de mantenimiento planificado porque este es un sistema que busca la eficiencia de los equipos y procesos además de lograr rentabilidad económica, haciendo que los equipos mejoren su

productividad. Este sistema es ampliamente implementado a nivel internacional por muchas compañías de renombre y prestigio.

Etapa 1: Análisis y conocimiento de la condición actual operativa del equipo.

Se dispuso de la mayor cantidad de información de los equipos a través de los llamados registros de mantenimiento con formatos diseñados para tal efecto.

1. Se elaboró registros de equipos los mismos que proporcionaron datos a la fecha de compra, historial de averías y reparaciones, gastos en mantenimiento, fabricante del equipo, proveedor de repuestos.
2. Se elaboró registros de mantenimiento rutinario con los cuales se obtuvieron datos por los operarios durante el mantenimiento de averías a diario, además de los registros de inspección de rutina y registros de reposición y sustitución de lubricantes.
3. Se elaboró registros de inspección periódica para recoger datos de las mediciones del deterioro del equipo por el departamento de mantenimiento durante las inspecciones periódicas.

Etapa 2: Reconducción del equipo hacía su estado ideal.

1. Restauración del deterioro.
  - Se realizó entrenamiento y capacitación de los operarios en el mismo lugar de trabajo, acerca de la inspección, restauración, y reparación.
  - Se instruyó a los usuarios a través de manuales y diagramas sobre los equipos.
2. Establecimiento de las condiciones operativas básicas.
  - Se diseñó estándares diarios de trabajo.
  - Se preparó estándares simples de comprensión y se les ayudo a implementarlos.
  - Se estandarizó líquidos y lubricantes para realizar los procesos de limpieza y lubricación.

3. Adecuación del entorno de trabajo para evitar desgastes acelerado del equipo
  - Se inspeccionó los lugares inaccesibles para realizar mantenimiento y se mejoró su accesibilidad.
  - Se ubicó los equipos en lugares idóneos libres de smoke para evitar deterioro del equipo por corrosión o polvillo de tela.
  - Se tomaron en cuenta las siguientes medidas para evitar repetición de fallos.
    - a. Se preparó un informe detallado para cada fallo.
      - Se describió el fallo
      - Se determinó condiciones anormales previas al fallo.
      - Se tomaron acciones correctivas.
    - b. Se capacitó a los usuarios de los equipos de impresión para que puedan comprender el equipo y el proceso.

Etapa 3: Establecimiento de un Sistema de control de la información.

- Se elaboró un control de datos de fallos, para analizar la gravedad fecha y hora del mismo, disponiendo de una lista de fallos, informes periódicos.
- Se elaboró un control del mantenimiento del equipo, a través de historiales de los equipos, y la planificación de mantenimiento e inspecciones.
- Se elaboró el control del presupuesto del mantenimiento, a través del cual se determinaron los gastos del mantenimiento de equipos y poder hacer presupuestos a futuro para realizar mantenimientos contrastando los gastos.
- Se elaboró un control de piezas de repuestos, por el cual los repuestos estuvieron disponibles en el preciso instante a través del área de logística.

Etapa 4: Establecimiento de un sistema de mantenimiento periódico.

1. Planificación del mantenimiento, se prepararon planes de mantenimiento basados en valoraciones correctas del equipó dentro de una programación sistemática.

Para agilizar y llevar a cabo los planes de mantenimiento de manera correcta reduciendo al mínimo los días de inactividad y el tiempo necesario que se empleará para las tareas de mantenimiento se tuvo en cuenta:

- Una comunicación fluida y precisa dentro de las áreas.
- Se dispuso de los materiales necesarios, como herramientas, aparatos de medición, repuestos para llevar a cabo los trabajos y mantenimiento.
- Se fijaron intervalos de mantenimiento atendiendo los registros de averías y también los registros de atención diaria, etc.
- Se estandarizó piezas y repuestos originales con respecto a la marca de los equipos para una mantener en buen estado el tiempo de vida útil del equipo.
- Se solicitó la colaboración del departamento de logística y el departamento de soporte técnico, para agilizar la entrega de repuestos y compras reduciéndose de esta manera el tiempo de parada del equipo.
- Se supervisó el progreso mediante reuniones de coordinación, donde además se tomaron en acciones correctivas.

## 2. Estandarización de las actividades para la realización de mantenimiento.

- Se recogió información a través de manuales sencillos donde la información y experiencias sobre fallas anteriores en equipos permitieron dar solución a fallas más comunes, reduciendo el tiempo de parada de los mismos.
- Se controló la evolución del sistema de mantenimiento verificando que este sistema trabaje de acuerdo con lo planificado desde el punto de vista del equipo de mantenimiento (dpto. de mantenimiento y mantenimiento autónomo).

Además, fue conveniente controlar la evolución del plan de manteniendo de manera cualitativa para asegurar que se realicen todas las actividades de mantenimiento de acuerdo con los programado.

El control fue de la siguiente manera:

- Se comprobó que los procesos de mantenimiento se realicen de manera estandarizada.
- Cada trabajo terminado fue comprobado.
- Se comprobó horas empleadas contra horas programadas.
- Se comprobaron las diferencias entre los gastos estimados y desviaciones de lo presupuestado para utilizar esta información para futuros planes de mantenimiento.
- Se desarrolló un plan de capacitación para el personal asignado a las tareas de mantenimiento.
- Se consiguió comprometer a todos los trabajadores con respecto a la calidad del mantenimiento.

Etapa 5: Establecimiento de un sistema de mantenimiento predictivo.

Se estableció este sistema de mantenimiento predictivo (CBM) para reducir al mínimo fallas inesperadas que si bien el mantenimiento periódico las trata de minimizar, pero que en la práctica no se consigue de manera total; esto debido a que el TBM (mantenimiento basado en el tiempo o periódico) establece intervalos de tiempo, sin que se tenga un estimado real de los alcances del estado de vida útil de los equipos.

Además, se estableció este sistema de mantenimiento predictivo, para reducir a cero las probabilidades de averías y para analizar características de los equipos que pueden ser cuantificadas como ruido, temperatura y vibraciones durante la operatividad o funcionamiento del equipo. Además, con este tipo de mantenimiento predictivo se redujo el gasto en compras de repuestos por fallas generalizadas en los equipos por el hecho de haber actuado antes de que se produzca el problema en toda su magnitud.

Etapa 6: Evaluación del mantenimiento planificado.

Estas evaluaciones permitieron determinar la importancia de establecer un sistema de mantenimiento en función a resultados además de revisar estrategias de mantenimiento, sin dejar de lado la importancia del compromiso y el esfuerzo

de todas las áreas de la organización como un conjunto compacto y que el mantenimiento no sólo incluye al equipo directamente implicado sino a todos para lograr la mejora continua

#### Formato de limpieza de maquinaria

ITEM	DESCRIPCIÓN	MÉTODO	MAQUINA PARADA	PT	HERRAMIENTA	COLABORADOR	TIEMPO: HH:MM
1	Limpieza Cuerpo general del equipo	Manual	SI		Trapo y Cera	Soporte técnico	00:10
2	Limpieza de tarjetas electrónicas	Manual	SI		Aspiradora	Soporte técnico	00:15
3	Limpieza puntos de lubricación	Manual	SI		Solvente y Trapo	Soporte técnico	00:10
4	Calibrar fajas de tensión de carruajes de cabezales	Manual	SI		Manual	Soporte técnico	00:05
5	Revisión Gral. Limpieza del equipo	Inspección	SI		Ocular	Soporte técnico	00:10
6	Limpieza de Unidades de Laser Scanner, espejos reflectores.	Manual	SI		Trapo	Soporte técnico	00:10
7	Limpieza de coolers de refrigeración de los equipos.	Manual	SI		Aspiradora	Soporte técnico	00:04
8	Limpieza externa del equipo	Manual	SI		Trapo y cera	Soporte técnico	00:10

#### Formato de lubricación de maquinaria

LOC	DESCRIPCIÓN	MÉTODO	MAQUINA PARADA	PT	LUBRICANTE	COLABORADOR	TIEMPO: HH:MM
9	Lubricación de Eje principal de carruajes	Grasera	SI		Aceite Epson O2	Soporte técnico	00:20
10	Lubricación de engranajes de transmisión del mecanismo de impresión	Grasera	SI		Grasa Epson	Soporte técnico	00:15
11	Lubricación de Teflón de Fusor del equipo de impresión	Grasera	SI		Grasa 180° Silicona	Soporte técnico	00:20
12	Lubricación de motores y poleas del equipo de impresión	Grasera	SI		Grasa Epson	Soporte técnico	00:10

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
REALIZADO POR (Nombre)

\_\_\_\_\_  
FIRMA

\_\_\_\_\_  
FECHA

\_\_\_\_\_  
CONFORMIDAD DE REALIZACIÓN (Nombre)

\_\_\_\_\_  
FIRMA

\_\_\_\_\_  
FECHA

#### 5.1.4. Indicadores del mantenimiento

Tabla N° 6

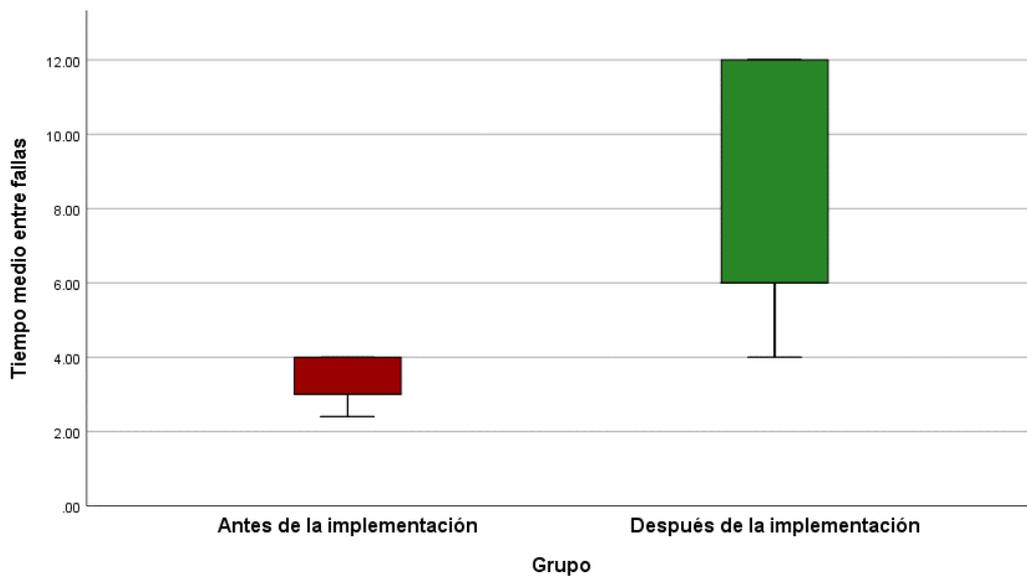
Comparación del tiempo medio entre fallas antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo

Grupo	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	n
Antes de la mejora	3.29	0.65	19.79%	24
Después de la mejora	7.67	3.21	41.90%	24

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 8

Diagrama de cajas del tiempo medio entre fallas antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

El tiempo medio entre fallas en el proceso productivo antes de la implementación del programa de mantenimiento era en promedio de 3.29 horas con una desviación estándar de  $\pm 0.65$  horas y según el coeficiente de variación ( $CV < 20\%$ ) tiene una distribución homogénea; mientras que después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo el tiempo medio entre fallas en promedio es de 7.67 horas con una desviación estándar de  $\pm 3.21$  horas y según el coeficiente de variación se tiene una distribución muy dispersa ( $CV > 20\%$ ).

Tabla N° 7

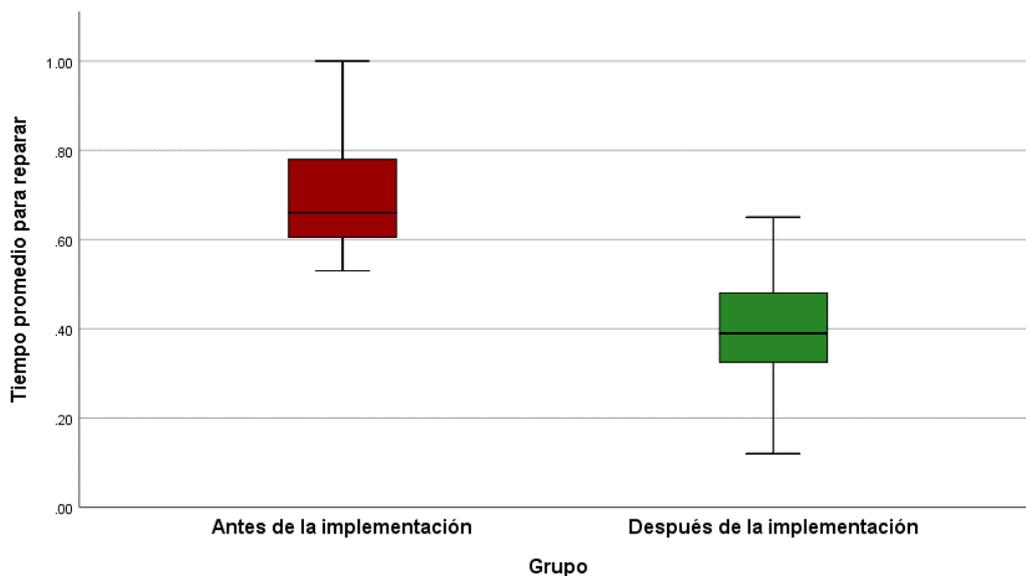
Comparación del tiempo promedio de reparación antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo

Grupo	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	n
Antes de la mejora	0.70	0.13	17.92%	24
Después de la mejora	0.40	0.13	33.15%	24

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 9

Diagrama de cajas del tiempo promedio de reparación antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

El tiempo promedio de reparación de fallas en el proceso productivo antes de la implementación del programa de mantenimiento es de 0.70 horas con una desviación estándar de  $\pm 0.13$  horas y según el coeficiente de variación ( $CV < 20\%$ ) tiene una distribución homogénea; mientras que después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo el tiempo promedio de reparación de fallas es de 0.40 horas con una desviación estándar de  $\pm 0.13$  horas y según el coeficiente de variación se tiene una distribución muy dispersa ( $CV > 20\%$ ).

Tabla N° 8

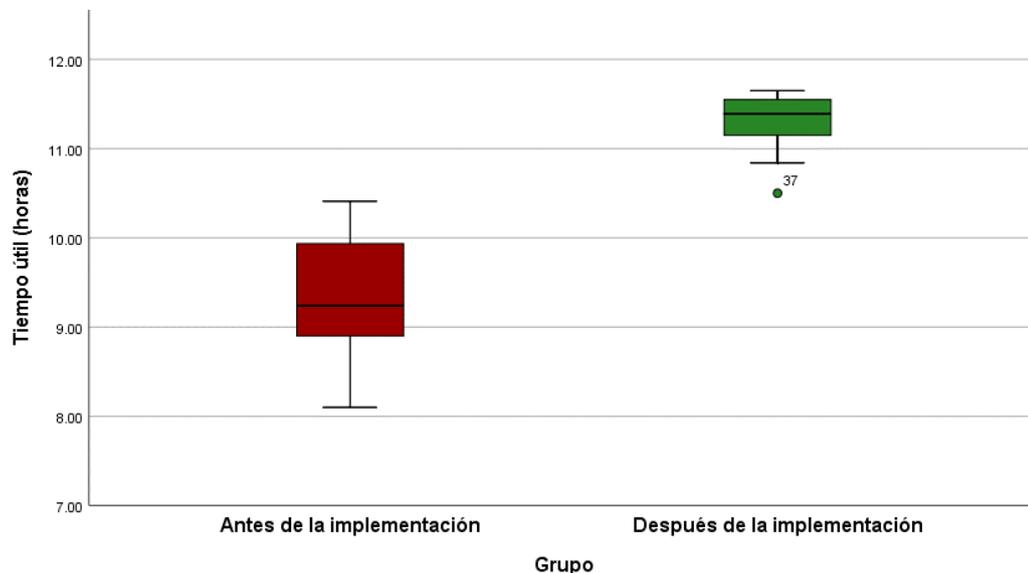
Comparación del tiempo útil antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo

Grupo	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	n
Antes de la mejora	9.37	0.63	6.69%	24
Después de la mejora	11.31	0.30	2.64%	24

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 10

Diagrama de cajas del tiempo útil antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

El tiempo útil promedio del proceso productivo antes de la implementación del programa de mantenimiento es de 9.37 horas con una desviación estándar de  $\pm 0.63$  horas y según el coeficiente de variación ( $CV < 20\%$ ) tiene una distribución homogénea; mientras que después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo el tiempo útil promedio es de 11.31 horas con una desviación estándar de  $\pm 0.30$  horas y según el coeficiente de variación ( $CV < 20\%$ ) la distribución es homogénea.

Tabla N° 9

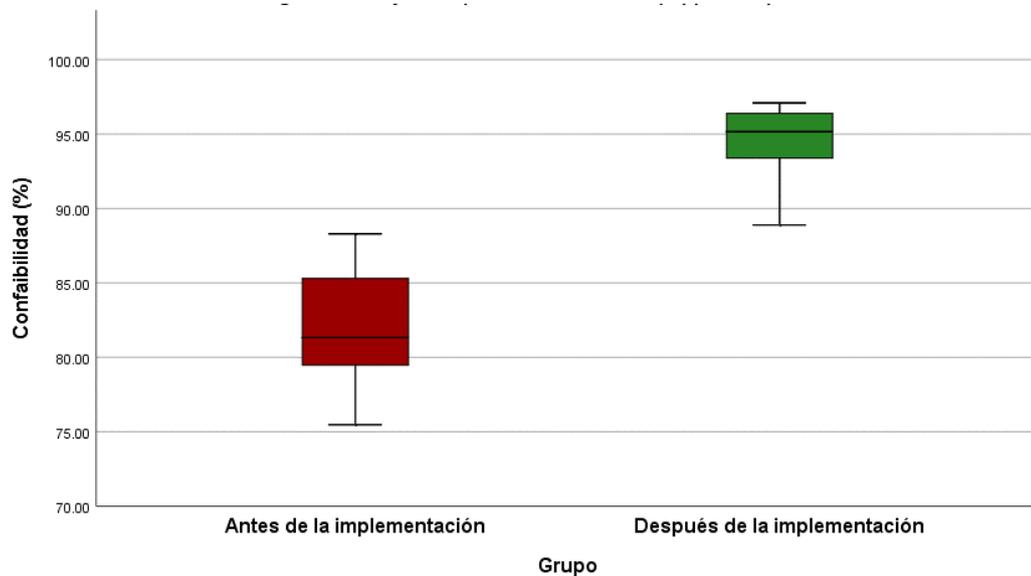
Comparación de la confiabilidad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo

Grupo	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	n
Antes de la mejora	82.16	3.54	4.31%	24
Después de la mejora	94.63	2.18	2.30%	24

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 11

Diagrama de cajas de la confiabilidad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

La confiabilidad antes de la implementación del programa de mantenimiento preventivo es en promedio del 82.16% con una desviación estándar de  $\pm 3.54\%$ ; mientras que después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo la confiabilidad es en promedio de 94.63% con una desviación estándar de  $\pm 2.18\%$ . Este aumento de la confiabilidad se debe a que se realizó un correcto control y seguimiento del programa de mantenimiento preventivo el cual ha logrado aumentar el tiempo promedio entre fallas.

Tabla N° 10

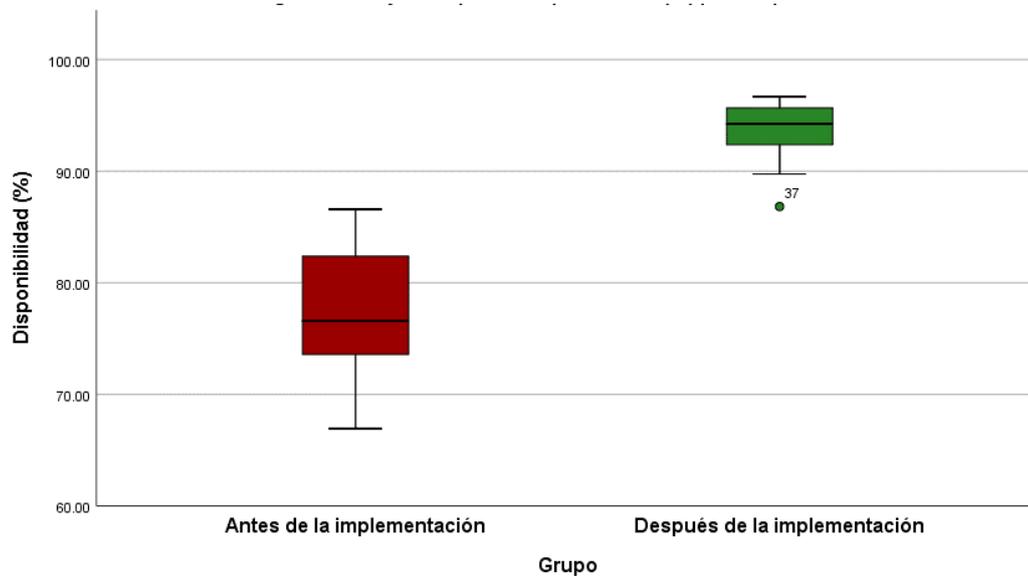
Comparación de la disponibilidad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo

Grupo	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	n
Antes de la mejora	77.63	5.29	6.82%	24
Después de la mejora	93.81	2.49	2.65%	24

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 12

Diagrama de cajas de la disponibilidad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

La disponibilidad antes de la implementación del programa de mantenimiento preventivo es en promedio del 77.63% con una desviación estándar de  $\pm 5.29\%$ ; mientras que después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo la disponibilidad es en promedio de 93.81% con una desviación estándar de  $\pm 2.49\%$ . Este aumento de la disponibilidad debido a que se logra mejorar las condiciones de las máquinas y se aumenta el tiempo útil de operación.

### 5.1.5. Indicadores de la productividad

Tabla N° 11

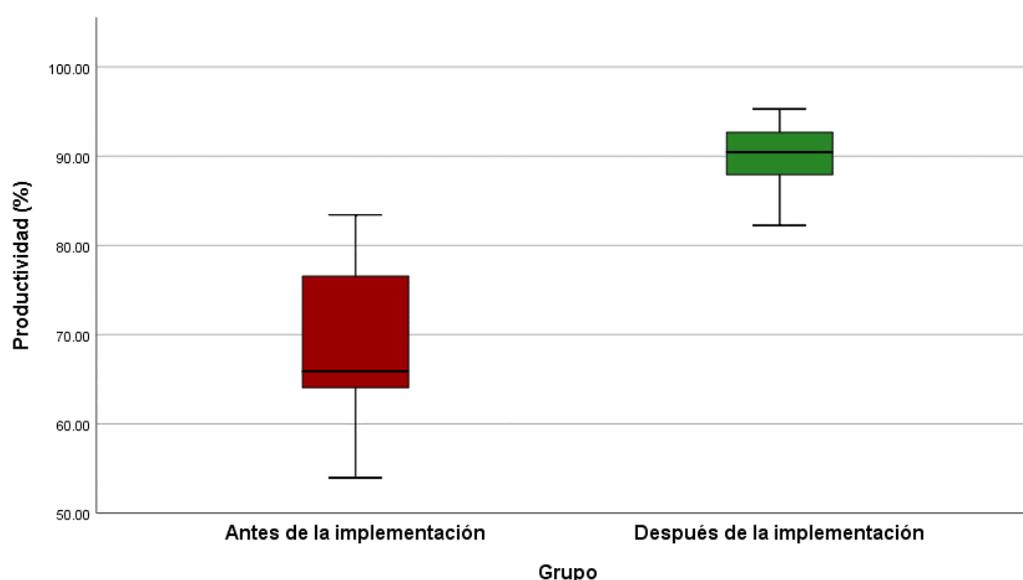
Comparación de la productividad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo

Grupo	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	n
Antes de la mejora	69.19	8.26	11.93%	24
Después de la mejora	90.16	3.41	3.78%	24

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 13

Diagrama de cajas de la productividad antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

La productividad antes de la implementación del programa de mantenimiento preventivo es en promedio del 69.19% con una desviación estándar de  $\pm 8.26\%$ ; mientras que después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo la productividad es en promedio de 90.16% con una desviación estándar de  $\pm 3.41\%$ . Se evidencia un aumento de la productividad producto de la implementación del programa de mantenimiento preventivo, debido al aumento del tiempo útil de las máquinas que permiten lograr una mayor producción.

Tabla N° 12

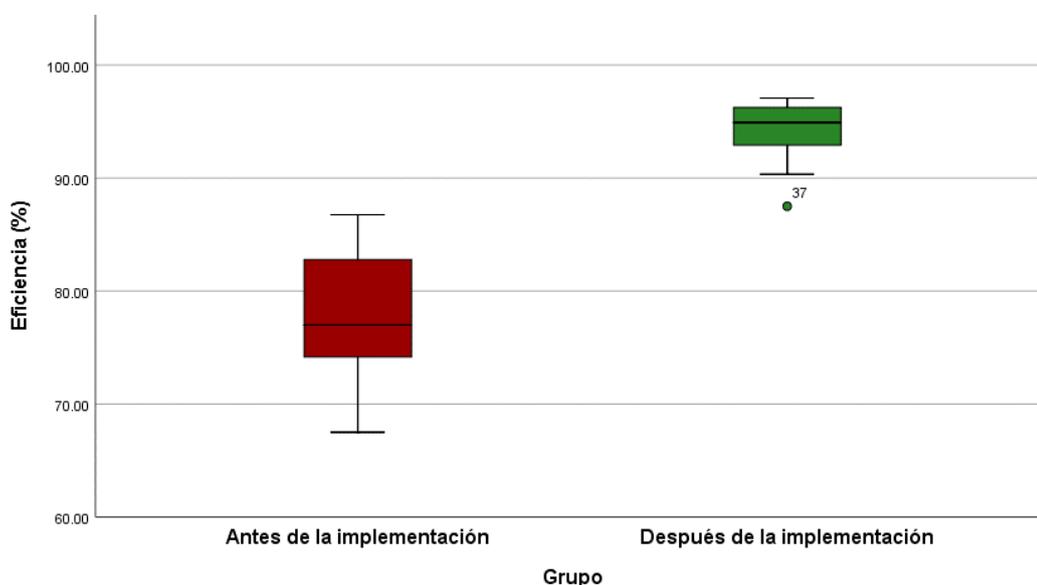
Comparación de la eficiencia antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo

Grupo	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	n
Antes de la mejora	78.08	5.22	6.69%	24
Después de la mejora	94.28	2.49	2.64%	24

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 14

Diagrama de cajas de la eficiencia antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

La eficiencia antes de la implementación del programa de mantenimiento preventivo es en promedio del 78.08% con una desviación estándar de  $\pm 6.69\%$ ; mientras que después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo la eficiencia es en promedio de 94.28% con una desviación estándar de  $\pm 2.49\%$ . Se evidencia un aumento de la eficiencia producto de la implementación del programa de mantenimiento preventivo, debido que se tiene un mayor tiempo útil de la maquinaria permitiendo aumentar la producción de moldes de panetón.

Tabla N° 13

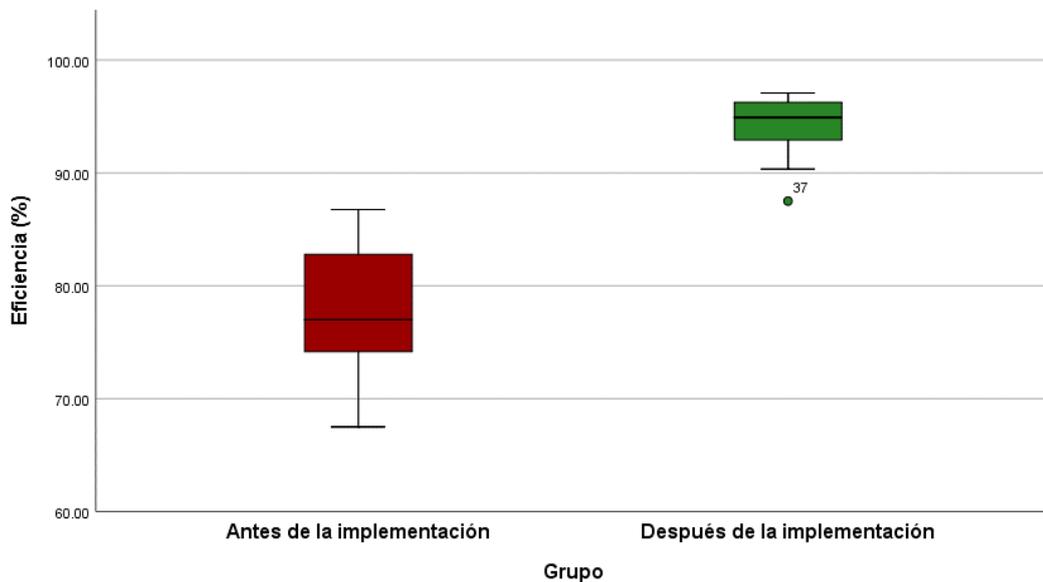
Comparación de la eficacia antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo

Grupo	Media	Desviación estándar	Coefficiente de variación	n
Antes de la mejora	88.44	6.52	7.37%	24
Después de la mejora	95.62	2.15	2.25%	24

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 15

Diagrama de cajas de la eficacia antes y después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

La eficacia antes de la implementación del programa de mantenimiento preventivo es en promedio del 88.44% con una desviación estándar de  $\pm 6.52\%$ ; mientras que después de la implementación del programa de mantenimiento preventivo la eficacia es en promedio de 95.62% con una desviación estándar de  $\pm 2.15\%$ . Se evidencia un aumento de la eficacia producto de la implementación del programa de mantenimiento preventivo, debido a que se tiene un mayor aprovechamiento de las maquinas logrando aumentar la producción en metros de moldes de panetón.

## 5.2. Resultados inferenciales

### 5.2.1. Pruebas de normalidad

H<sub>0</sub>: La distribución de los datos de la variable y sus indicadores siguen una distribución normal (paramétricos)

H<sub>1</sub>: La distribución de los datos de la variable y sus indicadores no siguen una distribución normal (no paramétricos)

Nivel de confianza: 95% ( $\alpha=0.05$ ).

Regla de decisión:  $\rho \geq 0.05 \rightarrow$  se acepta la hipótesis nula.

$\rho < 0.05 \rightarrow$  se rechaza la hipótesis nula.

Tabla N° 14  
Prueba de Normalidad de Shapiro Wilk

Indicadores	Grupo	Estadístico	gl	Sig.
Productividad (%)	Antes de la mejora	0.931	24	0.104
	Después de la mejora	0.970	24	0.668
Eficiencia (%)	Antes de la mejora	0.956	24	0.370
	Después de la mejora	0.896	24	0.018
Eficacia (%)	Antes de la mejora	0.941	24	0.169
	Después de la mejora	0.938	24	0.149

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de Shapiro Wilk nos permiten establecer que los indicadores de productividad y eficacia siguen una distribución normal ( $p>0.05$ ), con lo cual para comprobar las hipótesis relacionadas con estos indicadores se debe usar la prueba de t Student; mientras que el indicador de Eficiencia no sigue una distribución normal ( $p<0.05$ ), con lo cual para comprobar las hipótesis relacionado con este indicador se debe usar la prueba U de Mann Whitney.

### 5.2.2. Prueba t Student para la hipótesis general

H<sub>0</sub>: La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón no incrementa la productividad en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018

H<sub>1</sub>: La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la productividad en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018

Nivel de confianza: 95% ( $\alpha=0.05$ )

Regla de decisión:  $\rho \geq 0.05 \rightarrow$  se acepta la hipótesis nula.  
 $\rho < 0.05 \rightarrow$  se rechaza la hipótesis nula.

Tabla N° 15  
Prueba t Student para la hipótesis general

Grupo	Media	Desviación estándar	Variación	t	p
Después de la mejora	90.16	3.41	20.97	11.500	0.000
Antes de la mejora	69.19	8.26			

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de t Student nos permiten establecer que la implementación del programa de mantenimiento preventivo incrementa significativamente la productividad ( $p < 0.05$ ) en la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C. Donde se tiene que después de la implementación de la implementación del programa de mantenimiento preventivo, la productividad en la empresa Multimoldes S.A.C. aumenta en un 20.97%, obteniéndose así una productividad promedio del 90.16%.

### 5.2.3. Prueba U de Mann Whitney para la hipótesis específica 1

H<sub>0</sub>: La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón no incrementa la eficiencia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018

H<sub>1</sub>: La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la eficiencia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018

Nivel de confianza: 95% ( $\alpha=0.05$ )

Regla de decisión:  $\rho \geq 0.05 \rightarrow$  se acepta la hipótesis nula.  
 $\rho < 0.05 \rightarrow$  se rechaza la hipótesis nula.

Tabla N° 16  
Prueba U de Mann Whiney de la hipótesis específica 1

Grupo	Media	Variación	Rango promedio	Rango promedio	U	p
Después de la mejora	94.28	16.20	12.50	300	0.000	0.000
Antes de la mejora	78.08		36.50	876		

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba U de Mann Whitney nos permiten establecer que la implementación del programa de mantenimiento preventivo incrementa significativamente la eficiencia ( $p < 0.05$ ) en la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C. Donde se tiene que después de la implementación de la implementación del programa de mantenimiento preventivo, la eficiencia en la empresa Multimoldes S.A.C. aumenta en un 16.20%, obteniéndose así una eficiencia promedio del 94.28%.

#### 5.2.4. Prueba t Student para la hipótesis específica 2

H<sub>0</sub>: La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón no incrementa la eficacia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018

H<sub>1</sub>: La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la eficacia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018

Nivel de confianza: 95% ( $\alpha=0.05$ )

Regla de decisión:  $\rho \geq 0.05 \rightarrow$  se acepta la hipótesis nula.  
 $\rho < 0.05 \rightarrow$  se rechaza la hipótesis nula.

Tabla N° 17  
Prueba t Student para la hipótesis específica 2

Grupo	Media	Desviación estándar	Variación	t	p
Después de la mejora	95.62	2.15	7.18	5.122	0.000
Antes de la mejora	88.44	6.52			

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la prueba de t Student nos permiten establecer que la implementación del programa de mantenimiento preventivo incrementa significativamente la eficacia ( $p < 0.05$ ) en la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C. Donde se tiene que después de la implementación de la implementación del programa de mantenimiento preventivo, la eficacia en la empresa Multimoldes S.A.C. aumenta en un 7.18%, obteniéndose así una eficacia promedio del 95.62%.

## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. Contrastación de las hipótesis

#### Hipótesis general

La hipótesis general de la investigación asegura que la implementación del programa de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C., y dado los resultados obtenidos en la tabla 5.14, se evidencia que la productividad luego de la implementación del programa de mantenimiento aumento en un 20.97%. El aumento de la producción según la prueba t Student es significativa ( $p=0.00<0.05$ ), con lo cual queda demostrado que la aplicación del mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la línea de producción de los moldes de panetón, teniendo como promedio 90.16% de productividad. Esta mejora de la productividad tiene relación con el incremento de la vida útil de las maquinarias producto de la implementación del mantenimiento preventivo, donde se tiene un incremento de 1.94 horas, lo que representa el 16.24% del turno de producción (12 horas).

#### Hipótesis específica 1

La primera hipótesis específica de la investigación asevera que la implementación del programa preventivo incrementa la eficiencia de la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C. En lo resultados obtenidos en la tabla 5.15, se observa que luego de la implementación del programa de mantenimiento preventivo aumenta en 16.20%. Según la prueba de U de Mann de Whitney, el aumento de la eficiencia es significativo ( $p=0.00<0.05$ ), con lo que se demuestra que la implementación del programa preventivo aumenta la eficiencia de la línea de producción de moldes de panetón, la cual es en promedio de 94.28%. El aumento de la eficiencia de la producción de moldes de panetón, viene relacionado al aumento de la confiabilidad del

mantenimiento (12.47%), ya que logró reducir la incidencia de fallas en los equipos.

#### Hipótesis específica 2

La segunda hipótesis específica de la investigación asegura que la implementación del programa de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C. Según los resultados de la tabla 5.16, se observa que hay un aumento de 7.18% en la eficacia de la línea de producción. Donde el incremento de la eficacia, según la prueba t Student es significativo ( $p=0.00<0.05$ ), con lo que se demuestra que la implementación del programa de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la línea de producción de moldes de panetón. Además, el incremento de la eficacia se encuentra relacionado con el aumento de la disponibilidad de las maquinarias de la línea de producción, el cual es de 16.18%, debido a que el mantenimiento preventivo logró reducir el tiempo de reparación de las fallas con lo que se tiene un mejor nivel de cumplimiento de la producción programada.

#### 6.2. Contrastación de los resultados con estudios similares

Los resultados de la investigación demuestran que la implementación de un programa de mantenimiento logro un aumento significativo de la productividad de la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C., el cual fue de un 20.97%. Estos resultados concuerdan con los hallados por Carrasco (2017), quien demostró que la aplicación del mantenimiento preventivo logró aumentar un 17% la productividad en el área de envasado de talcos de la empresa Yobel. Además, Rodríguez (2017) afirma que con la implementación de un programa de mantenimiento se logró aumentar la productividad en un 33%, en el área de impresión de la empresa Envases Industriales S.A.C.

En la investigación con la implementación de un programa de mantenimiento preventivo se logró incrementar la eficiencia de la línea de producción de moldes de panetón en un 16.20%, reduciendo los tiempos de reparación y aumentando el tiempo útil de las máquinas. Los resultados son similares a los encontrados por Rodríguez (2017), donde con la aplicación de un mantenimiento preventivo se logra el objetivo del aumento de la eficiencia en un 30%, pasando inicialmente de un 69% hasta obtener 89% en el indicador de la eficiencia de la producción. Además, se logró demostrar que el aumento de la eficiencia está relacionado con la disminución del tiempo de reparación de las fallas que ocurren, lo cual se evidencia en la investigación de Imbaquingo y Martínez (2014), que luego de implementar un software de mantenimiento preventivo se logró una mejora del 34.25% el tiempo productivo en un taller automotriz.

Finalmente, la investigación logró demostrar que la implementación de un programa de mantenimiento preventivo incrementa en un 7.18% la eficacia de la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C., estos resultados están acordes con lo expuesto por Carrasco (2017) que logró demostrar que con la implantación del mantenimiento preventivo la eficacia del área de envasado aumenta en 8%, en las que se tiene un mejor aprovechamiento de los recursos y disponibilidad de las maquinarias para lograr un aumento en el índice de cumplimiento de la producción esperada.

## CONCLUSIONES

- La implementación de un programa de mantenimiento preventivo incrementa la productividad de la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C., donde la productividad se incrementa en 20.97% (tabla 5.14), debido a que se tiene un mejor rendimiento de la maquinaria porque se mejoran las condiciones y tiempo útil de operaciones.
- La implementación de un programa de mantenimiento preventivo incrementa la eficiencia de la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C., donde la efectividad se incrementa en 16.20% (tabla 5.15), debido a que se aumenta el tiempo promedio entre fallas de la maquinaria, ya que al reducir el número de incidencia de fallas de la maquinaria se tiene un mayor tiempo útil de producción.
- La implementación de un programa de mantenimiento preventivo incrementa la eficacia de la línea de producción de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C., donde la eficacia se incrementa en 7.18% (tabla 5.16), debido a que el programa de mantenimiento reduce el tiempo de reparación de las fallas de las maquinarias y mejora las condiciones de la maquinaria del proceso productivo, teniendo así un mayor nivel de cumplimiento de la producción programada.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Multimoldes S.A.C. fomentar una cultura de cuidado de los equipos e insumos que intervienen en el proceso productivo de moldes de panetón, mediante talleres y charlas informativas del manejo y funcionamiento de las maquinarias para evitar la incidencia de fallos del equipo.
- Se recomienda a la Multimoldes S.A.C. capacitar a sus operarios para lograr que sean capaces de hacerse cargo del mantenimiento básico de la maquinaria que operan, para la cual deben realizar actividades de revisión del equipo, limpieza y revisión de los insumos de operación. Además, deben llevar un control de los mantenimientos y fallas que suceden en las maquinarias de impresión de los moldes de panetón, la cual constituye el cuello de botella del proceso productivo.
- Se recomienda llevar controles exhaustivos del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo en la empresa, para asegurar el correcto funcionamiento de la maquinaria de producción. Además, se debe concientizar a los operarios de todas las áreas de producción a que cumplan con las recomendaciones del plan de mantenimiento preventivo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Aguirre, R. (2015).** *Gestión del mantenimiento mediante Six Sigma para la optimización de la productividad de las maquinarias y equipos diversos de la empresa REMAP S.A.C.- Lima.* Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : s.n., 2015. (Tesis de doctorado).

**Albán, N. (2017).** *Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L.* Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo : s.n., 2017. (Tesis de Pre grado).

**Albertos, M. (2012).** *El Mantenimiento Industrial desde la experiencia.* España : Universidad de Valladolid, 2012. 978-84-8448-664-0.

**Altamirano, Y. y Zavaleta, M. (2016).** *Plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la empresa Naylamp – Chiclayo 2016.* Universidad Señor de Sipán. Chiclayo : s.n., 2016. (Tesis de grado).

**AnCham. (2018).** *Almuerzo Institucional AmCham Perú- Ministro de Economía Carlos Oliva.* Lima : Cámara de Comercio Americana del Perú, 2018.

**Arques, J. (2009).** *Ingeniería y gestión del mantenimiento en el sector ferroviario.* España : Ediciones Díaz de Santos, 2009. 8479789166, 9788479789169.

**Ayuni, D. y Matheus, A. (2013).** *Sistema de mejora continua en la empresa Arnao S.A.C. bajo la metodología PHVA.* Universidad San Martín de Porres. Lima : s.n., 2013. (Tesis de pregrado).

**Bonilla, E. (2012).** La importancia de la productividad como componente de la competitividad. *Desarrollo económico industrial y empresarial.* [En línea] 31 de Octubre de 2012.

**Carrasco, L. (2017).** *Implementación del mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en el área de envasado de talcos de la empresa Yobel SCM, Lima, 2017.* Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2017.

**Cervisimag. (2015).** *Mantenimiento preventivo.* España : Grup Cervisimag, 2015.

- Chase, R. y Jacobs, R. (2014).** *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros.* México : McGraw-Hill, 2014. 978-970-10-7027-7.
- Chávez, J. 2007.** *Apuntes de Metodología de la Investigación Educativa.* México D.F. : Universidad Autónoma de Guerrero, 2007.
- Chicaiza, E. (2018).** *Propuesta de aumento de la productividad en una empresa de cosméticos a través del mantenimiento autónomo y trabajo estandarizado, enfocado a la línea de envasado de fragancias.* Universidad de las Américas. Quito : s.n., 2018. (Tesis de pregrado).
- Cruelles, J. (2013).** *Productividad industrial, Método de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua.* España : Marcombo, 2013. 978-84-267-1878-5.
- Cruzado, A. (2014).** *Propuesta de modelo de gestión de mantenimiento enfocado en la gestión de procesos para la mejora de la productividad y la competitividad en una asociativa de MYPES del sector textil.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2014. (tesis de pregrado).
- Cuatrecasas, L. (2012).** *Organización de la producción y dirección de operaciones. Gestión de mantenimiento de los equipos productivos.* Madrid : Diaz de Santos, 2012.
- Cuatrecasas, L.. (2000).** *TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción.* Barcelona : Gestión 2000, 2000.
- De Bona, J. (1999).** *La Gestion del Mantenimiento: guia para el responsable de la conservacion de locales e instalaciones: criterios para la subcontratacion.* España : FC Editorial, 1999.
- Duffuaa, S., Raouf, A. y Dixon, J. (2009).** *Sistemas de mantenimiento planeación y control.* México : Limusa Wiley, 2009. 978-968-18-5918-3.
- Férrnandez, R. (2010).** *La productividad y el riesgo psicosocial o derivado de la organización del trabajo. .* San Vicente : Club Universitario, 2010.
- Foro Económico Mundial. (2019).** *Informe de Competitividad Global.* Suiza : Foro Económico Mundial, 2019.

- García, O. (2012).** *Gestión moderna del mantenimiento industrial.* Colombia : Ediciones de la U, 2012. 978-958-762-051-1.
- García, S. (2010).** *Organización y gestión integral de mantenimiento.* Madrid : Ediciones Díaz de Santos, 2010. 8479785772, 9788479785772.
- García, S. (2012).** *Ingeniería de Mantenimiento. Manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento.* Madrid : Renovetec, 2012. 978-84-616-5617-2.
- González, J. (2016).** *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C.* Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo : s.n., 2016. (Tesis de Pre grado).
- Gutierrez, H. (2014).** *Calidad y Productividad.* Cuarta. México D.F. : McGraw-Hill, 2014.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014).** *Metodología de la Investigación.* Sexta. México D.F. : McGraw-Hill, 2014.
- Herrera, J. (2013).** *Productividad.* EEUU : Palibrio, 2013.
- Imbaquingo, F. y Martínez, F. (2014).** *Mejoramiento de la Productividad del Mantenimiento Mecánico de la Cooperativa de Transporte Noroccidental Cía. Ltda. mediante la implementación de un software para Mantenimiento Preventivo y Correctivo de las unidades.* Universidad Internacional del Ecuador. Quito : s.n., 2014. (Tesis de pregrado).
- IntegraMarkets. (2018).** *Gestión y Planificación del Mantenimiento Industrial. Escuela de Gestión Empresarial.* (2da edición). s.l. : Grupo América Factorial SAC, 2018.
- Krajewski, L., Ritzman, L. y Malhotra, M. (2014).** *Administración de operaciones.* (8va edición). México : Prentice Hill, 2014. 978-970-26-1217-9.
- Mora, L. (2015).** *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control.* Colombia : Alfaomega Colombiana S.A., 2015. 9789586827690.
- Moubray, J. (2000).** *Maintenance management: A new paradigm.* Chichago : Third annual conference of the society of maintenance and rehablity professionals, 2000.

**Niebel, B y Freivalds, A. (2009).** *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México : McGraw Hill, 2009.

**Rodriguez, Y. (2018).** *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de impresión de la empresa Envases Industriales SAC - Callao 2017*. Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2018. (Tesis de pregrado).

**Rojas, J. (2017).** *Por Qué Cambiar La Forma De Hacer Minería En Chile: Una Oportunidad Para Reinventar Nuestra Oferta Profesional En La Industria*. Chile : Balboa Press, 2017. 1504387821, 9781504387828.

**Topanta, J. (2015).** *Mejoramiento de la producción de la empresa Migplas de la ciudad de Guayaquil en el área de extrusión aplicando plan de mantenimiento autónomo basado en la filosofía TPM*. Universidad de Guayaquil. Guayaquil : s.n., 2015. (Tesis de pregrado).

**Torres, Ismaray. (2013).** *Evaluación del impacto de la gestión de mantenimiento sobre el desempeño de producción en la Subdivisión de Maquinarias Pesadas de la Empresa "Planta Mecánica"*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara : s.n., 2013. (Tesis de grado).

**WEF. (2018).** *That Global Competitiveness Report*. s.l. : World Economic Forum, 2018.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de Consistencia

**Título:** IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA MULTIMOLDES S.A.C – 2018

<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVOS GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
¿Cómo la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de moldes de panetón incrementa la productividad en la empresa Multimoldes S.A.C - 2018?	Determinar como la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la productividad en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018.	La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la productividad en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018	<b><u>Independiente (X)</u></b> Programa de Mantenimiento Preventivo  Dimensiones: X1: Confiabilidad X2: Disponibilidad	<b><u>Tipo y diseño de la investigación</u></b> De acuerdo al propósito de estudio es de tipo aplicada, de nivel descriptivo con diseño cuasi experimental de corte transversal.  <b><u>Población</u></b> La población estará constituida por las ordenes de trabajo en la línea de moldes de panetón de la empresa Multimoldes S.A.C en 2018  <b><u>Técnicas e instrumento de recolección de datos</u></b>
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
¿Cómo la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de moldes de panetón incrementa la eficiencia en la empresa Multimoldes S.A.C - 2018?	Determinar como la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la eficiencia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018	La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la eficiencia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018	<b><u>Dependiente (Y)</u></b> Productividad  Dimensiones: Y1: Eficiencia Y2: Eficacia	

<p>¿Cómo la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de moldes de panetón incrementa la eficacia en la empresa Multimoldes S.A.C - 2018?</p>	<p>Determinar como la implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la eficacia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018</p>	<p>La implementación de un programa de mantenimiento preventivo en la línea de producción de molde de panetón incrementa la eficacia en la empresa Multimoldes S.A.C. – 2018</p>	<p>Técnica: Observación de los procesos de pedido Instrumento: Ficha de recolección de datos del proceso de pedido</p> <p><b><u>Procesamiento y análisis de datos</u></b> Se realizara una base de datos en Excel con los datos obtenidos en las fichas de recolección y se realizara el procesamiento estadístico en el programa SPSS versión 25.</p>
---	--	--	--

## Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
Programa de Mantenimiento Preventivo	El Mantenimiento Preventivo identifica y supervisa todos los elementos estructurales del equipo, así como sus condiciones presentes, para anticiparse a fallas que puedan causar averías, detención de la producción, pérdidas del rendimiento, defectos de calidad o accidentes. (Cuatrecasas, 2000, p.166)	El mantenimiento preventivo se medirá mediante dos dimensiones: Confiabilidad y Disponibilidad. La confiabilidad está referida a la frecuencia de aparición de fallas en los equipos y la disponibilidad está referida al tiempo útil de trabajo de los equipos de producción.	Confiabilidad	$Co(\%) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$	Ficha de recolección de datos	Razón
			Disponibilidad	$D(\%) = \frac{TT - TMT}{TT} \times 100$	Ficha de recolección de datos	Razón
Productividad	La productividad es un indicador que refleja la relación entre recursos logrados y recursos empleados, donde se valora los recursos empleados para producir o generar resultados. (Gutiérrez, 2014, p. 20)	La productividad es el resultado de valorar adecuadamente los recursos empleados para producir unidades o generar resultados	Eficiencia	$Eficiencia(\%) = \frac{\text{Tiempo útil}}{\text{Tiempo total}} \times 100$	Ficha de recolección de datos	Razón
			Eficacia	$Eficacia(\%) = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Producción programada}} \times 100$	Ficha de recolección de datos	Razón

### Anexo 3: Datos del control de la producción de moldes de panetón

		CONTROL DE LA PRODUCCION DE MOLDES													
FECHA	MAQUINA	Nº DE FALLAS	TIEMPO TOTAL (horas)	MTBF	TIEMPO DE REPARACION (horas)	MTTR	T. REINICIO (horas)	TIEMPO UTIL (horas)	CONFIABILIDAD	DISPONIBILIDAD	PRODUCCION PROGRAMADA (metros)	PRODUCCION OBTENIDA (metros)	EFICIENCIA (%)	EFICACIA (%)	PRODUCTIVIDAD
10/01/2018	Imp. A	4	12	3.00	2.92	0.73	0.03	9.08	80.43	75.42	14000	13440	75.67	96.00	72.64
17/01/2018	Imp. A	3	12	4.00	2.45	0.82	0.02	9.55	82.99	79.42	14000	11480	79.58	82.00	65.26
24/01/2018	Imp. B	3	12	4.00	3.00	1.00	0.02	9.00	80.00	74.83	14000	11900	75.00	85.00	63.75
31/01/2018	Imp. B	3	12	4.00	2.15	0.72	0.05	9.85	84.75	81.67	14000	11800	82.08	84.29	69.18
07/02/2018	Imp. A	4	12	3.00	2.36	0.59	0.08	9.64	83.57	79.67	14000	13440	80.33	96.00	77.12
14/02/2018	Imp. A	4	12	3.00	3.24	0.81	0.07	8.76	78.74	72.42	14000	12320	73.00	88.00	64.24
20/02/2018	Imp. A	4	12	3.00	2.40	0.60	0.05	9.60	83.33	79.58	14000	11200	80.00	80.00	64.00
27/02/2018	Imp. A	3	12	4.00	2.77	0.92	0.08	9.23	81.30	76.25	14000	11900	76.92	85.00	65.38
08/03/2018	Imp. B	5	12	2.40	3.05	0.61	0.02	8.95	79.73	74.42	14000	10500	74.58	75.00	55.94
15/03/2018	Imp. A	4	12	3.00	3.08	0.77	0.07	8.92	79.58	73.75	14000	12320	74.33	88.00	65.41
22/03/2018	Imp. B	4	12	3.00	3.12	0.78	0.07	8.88	79.37	73.42	14000	11760	74.00	84.00	62.16
29/03/2018	Imp. A	3	12	4.00	1.59	0.53	0.02	10.41	88.30	86.58	14000	13160	86.75	94.00	81.55
04/04/2018	Imp. B	5	12	2.40	2.75	0.55	0.02	9.25	81.36	76.92	14000	12600	77.08	90.00	69.38
11/04/2018	Imp. A	3	12	4.00	1.85	0.62	0.02	10.15	86.58	84.42	14000	13580	84.58	97.00	82.05
18/04/2018	Imp. B	5	12	2.40	3.15	0.63	0.08	8.85	79.21	73.08	14000	12600	73.75	90.00	66.38
25/04/2018	Imp. A	3	12	4.00	1.68	0.56	0.07	10.32	87.72	85.42	14000	13580	86.00	97.00	83.42
04/05/2018	Imp. B	5	12	2.40	3.90	0.78	0.07	8.10	75.47	66.92	14000	13300	67.50	95.00	64.13
11/05/2018	Imp. A	4	12	3.00	2.85	0.71	0.07	9.15	80.86	75.67	14000	11800	76.25	84.29	64.27
18/05/2018	Imp. B	5	12	2.40	3.15	0.63	0.08	8.85	79.21	73.08	14000	11900	73.75	85.00	62.69
25/05/2018	Imp. A	3	12	4.00	1.65	0.55	0.03	10.35	87.91	86.00	14000	12740	86.25	91.00	78.49
06/06/2018	Imp. B	4	12	3.00	3.48	0.87	0.07	8.52	77.52	70.42	14000	10640	71.00	76.00	53.96
13/06/2018	Imp. B	3	12	4.00	1.98	0.66	0.05	10.02	85.84	83.08	14000	12740	83.50	91.00	75.99
20/06/2018	Imp. A	4	12	3.00	2.64	0.66	0.07	9.36	81.97	77.42	14000	12880	78.00	92.00	71.76
27/06/2018	Imp. B	3	12	4.00	1.92	0.64	0.08	10.08	86.21	83.33	14000	13580	84.00	97.00	81.48

08/01/2018	Imp. A	2	12	6.00	0.80	0.40	0.08	11.20	93.75	92.67	14000	13720	93.33	98.00	91.47
15/01/2018	Imp. A	1	12	12.00	0.45	0.45	0.08	11.55	96.39	95.58	14000	13440	96.25	96.00	92.40
22/01/2018	Imp. B	2	12	6.00	0.92	0.46	0.05	11.08	92.88	91.92	14000	12880	92.33	92.00	84.95
28/01/2018	Imp. B	2	12	6.00	1.16	0.58	0.07	10.84	91.19	89.75	14000	13360	90.33	95.43	86.20
07/08/2018	Imp. A	1	12	12.00	0.65	0.65	0.05	11.35	94.86	94.17	14000	13300	94.58	95.00	89.85
14/08/2018	Imp. A	2	12	6.00	0.55	0.28	0.05	11.45	95.54	95.00	14000	13160	95.42	94.00	89.69
21/08/2018	Imp. B	1	12	12.00	0.60	0.60	0.07	11.40	95.24	94.42	14000	13440	95.00	96.00	91.20
28/08/2018	Imp. A	3	12	4.00	1.10	0.37	0.02	10.90	91.53	90.67	14000	13740	90.83	98.14	89.15
04/09/2018	Imp. B	2	12	6.00	0.60	0.30	0.08	11.40	95.24	94.33	14000	12950	95.00	92.50	87.88
11/09/2018	Imp. B	2	12	6.00	1.10	0.55	0.02	10.90	91.60	90.67	14000	13160	90.83	94.00	85.38
18/09/2018	Imp. B	1	12	12.00	0.45	0.45	0.07	11.55	96.39	95.67	14000	13860	96.25	99.00	95.29
25/09/2018	Imp. A	2	12	6.00	0.70	0.35	0.05	11.30	94.49	93.75	14000	13440	94.17	96.00	90.40
05/10/2018	Imp. B	3	12	4.00	1.50	0.50	0.08	10.50	88.89	86.83	14000	13160	87.50	94.00	82.25
12/10/2018	Imp. A	2	12	6.00	0.90	0.45	0.05	11.10	93.02	92.08	14000	13160	92.50	94.00	86.95
19/10/2018	Imp. B	1	12	12.00	0.38	0.38	0.05	11.62	96.93	96.42	14000	12800	96.83	91.43	88.53
26/10/2018	Imp. A	1	12	12.00	0.37	0.37	0.03	11.63	97.01	96.67	14000	13720	96.92	98.00	94.98
06/11/2018	Imp. B	3	12	4.00	0.45	0.15	0.07	11.55	96.39	95.67	14000	13160	96.25	94.00	90.48
13/11/2018	Imp. A	1	12	12.00	0.37	0.37	0.07	11.63	97.01	96.33	14000	13300	96.92	95.00	92.07
20/11/2018	Imp. B	2	12	6.00	0.62	0.31	0.08	11.38	95.09	94.17	14000	13720	94.83	98.00	92.94
27/11/2018	Imp. A	2	12	6.00	0.45	0.23	0.03	11.55	96.31	96.00	14000	13720	96.25	98.00	94.33
04/12/2018	Imp. B	2	12	6.00	0.80	0.40	0.07	11.20	93.75	92.75	14000	13200	93.33	94.29	88.00
11/12/2018	Imp. B	3	12	4.00	0.35	0.12	0.05	11.65	97.09	96.67	14000	13580	97.08	97.00	94.17
17/12/2018	Imp. A	2	12	6.00	0.68	0.34	0.02	11.32	94.64	94.17	14000	13720	94.33	98.00	92.45
22/12/2018	Imp. B	1	12	12.00	0.51	0.51	0.08	11.49	95.92	95.08	14000	13580	95.75	97.00	92.88

**Anexo 4: Fotos de las instalaciones de la empresa**



