



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Aplicación de TPM para incrementar la disponibilidad de los  
equipos de la línea de fabricación de caramelos duros,  
Chancay 2022**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Industrial**

**AUTORES:**

Jara Claudio, Oswaldo Himbler ([orcid.org/0000-0001-6902-5909](https://orcid.org/0000-0001-6902-5909))

Ortiz Ortega, Jair Hairo ([orcid.org/0000-0002-4373-3824](https://orcid.org/0000-0002-4373-3824))

**ASESOR:**

Mgtr. Molina Vilchez, Jaime Enrique ([orcid.org/0000-0001-7320-0618](https://orcid.org/0000-0001-7320-0618))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva.

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## DEDICATORIA

A nuestra familia por brindarnos su apoyo constante en la construcción de nuestra formación profesional y sobre todo por su confianza y palabras de aliento durante todo el camino avanzado.

## AGRADECIMIENTO

A nuestra alma mater, por albergarnos y brindarnos el privilegio del conocimiento y la enseñanza transmitidas por los nobles y docentes formadores de nuevos profesionales al servicio de la sociedad.

A nuestro profesor, el Mgtr. Molina Vílchez, Jaime Enrique cuya dirección y acompañamiento, sustentada en su noble y profesional trato, siempre marcará nuestro desarrollo profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I.- INTRODUCCIÓN.....	1
II.- MARCO TEÓRICO.....	10
III.- METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2 Variables y su operacionalización.....	20
3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis.....	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimientos.....	26
3.6. Método de análisis de datos.....	68
3.7. Aspectos éticos.....	68
IV. RESULTADOS.....	70
V. DISCUSIÓN.....	78
VII. RECOMENDACIONES.....	82
REFERENCIAS.....	83
ANEXOS.....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de correlación</i> .....	3
Tabla 2. <i>Ponderación total</i> .....	4
Tabla 3. <i>Tabulación de datos</i> .....	5
Tabla 4. <i>Estratificación de causas por áreas</i> .....	7
Tabla 5. <i>Alternativas de solución</i> .....	7
Fuente: elaboración propia.....	7
Tabla 6. <i>Alternativas de solución</i> .....	8
Fuente: elaboración propia.....	8
Tabla 7. <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i> .....	24
Tabla 8. <i>Estadística de confiabilidad, Alfa de Cronbach</i> .....	26
Tabla 9. <i>Reporte de personal evaluado, pre datos</i> .....	32
Tabla 10. <i>Cronograma de implementación del TPM</i> . .....	36
Tabla 11. <i>Lista de temas de capacitación</i> . .....	41
Tabla 12. <i>Ficha de recolección de datos</i> .....	46
Tabla 13. <i>Registro de fallas digital</i> .....	47
Tabla 14. <i>Registro de monitoreo diario</i> .....	48
Tabla 15. <i>Procedimiento arranque de producción</i> .....	49
Tabla 16. <i>Formato estándar de seguridad</i> .....	50
Tabla 17. <i>Plan mantenimiento planificado</i> .....	52
Tabla 18. <i>Reporte de capacitación del personal, post datos</i> .....	55
Tabla 19. <i>Efectividad de aprendizaje, post datos</i> .....	56
Tabla 20. <i>Costo de maquina inoperativa</i> .....	60
Tabla 21. <i>Costo de mano de obra de técnico</i> .....	61
Tabla 22. <i>Costo de mano de obra de operario</i> .....	61
Tabla 23. <i>Costo de capacitación</i> .....	61
Tabla 24. <i>Costo de herramientas</i> .....	62
Tabla 25. <i>Costo de maquina inoperativa</i> .....	62
Tabla 26. <i>Costo de mano de obra de técnico</i> .....	63
Tabla 27. <i>Costo de mano de obra de operario</i> .....	63
Tabla 28. <i>Clasificador de gastos del Ministerio de Economía y Finanzas</i> .....	64
Tabla 29. <i>Flujo de caja económico</i> .....	65
Tabla 30. <i>Cronograma de proyecto de investigación</i> .....	67

Tabla 31. <i>Estadística descriptiva – Mantenimiento planificado</i> .....	70
Tabla 32. <i>Estadística descriptiva – Capacitación</i> .....	71
Tabla 33. <i>Estadística descriptiva – Disponibilidad</i> .....	72
Tabla 34. <i>Estadística descriptiva – Fiabilidad</i> .....	73
Tabla 35. <i>Estadística descriptiva – Mantenibilidad</i> .....	74
Tabla 36. <i>Prueba de Kolmogorov - Disponibilidad</i> .....	75
Tabla 37. <i>Análisis de prueba no paramétrica – Disponibilidad</i> .....	75
Tabla 38. <i>Análisis estadístico de prueba Wilcoxon - Disponibilidad</i> .....	75
Tabla 39. <i>Prueba de Kolmogorov – Fiabilidad</i> .....	76
Tabla 40. <i>Análisis de prueba no paramétrica - Fiabilidad</i> .....	76
Tabla 41. <i>Análisis estadístico de prueba Wilcoxon - Fiabilidad</i> .....	76
Tabla 42. <i>Prueba de Kolmogorov – Mantenibilidad</i> .....	77
Tabla 43. <i>Análisis de prueba no paramétrica - Mantenibilidad</i> .....	77
Tabla 44. <i>Análisis estadístico de prueba Wilcoxon - Mantenibilidad</i> .....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Diagrama de Ishikawa .....	2
<i>Figura 2.</i> Gráfico de Pareto .....	6
<i>Figura 3.</i> Productos vendidos .....	26
<i>Figura 4.</i> Valores de la empresa.....	27
<i>Figura 5.</i> Maquina Envolvedora N°3.....	28
<i>Figura 6.</i> Organigrama del área de planta .....	29
<i>Figura 7.</i> Diagrama de bloques del proceso .....	30
<i>Figura 8.</i> Mantenimiento planificado – febrero 2022.....	31
<i>Figura 9.</i> Mantenimiento planificado – marzo 2022. ....	31
<i>Figura 10.</i> Mantenimiento planificado – abril 2022. ....	32
<i>Figura 11.</i> Evaluación básica de TPM. ....	33
<i>Figura 12.</i> Disponibilidad de máquina – febrero 2022. ....	34
<i>Figura 13.</i> Disponibilidad de máquina – marzo 2022.....	34
<i>Figura 14.</i> Disponibilidad de máquina – abril 2022.....	34
<i>Figura 15.</i> Fiabilidad y Mantenibilidad pre datos – febrero .....	35
<i>Figura 16.</i> Fiabilidad y Mantenibilidad pre datos – marzo .....	35
<i>Figura 17.</i> Fiabilidad y Mantenibilidad pre datos - abril .....	35
<i>Figura 18.</i> Reunión de presentación del TPM. ....	37
<i>Figura 19.</i> Comité de desarrollo de TPM.....	38
<i>Figura 20.</i> Anuncio de la implementación del TPM. ....	39
<i>Figura 21.</i> Anuncio de los resultados pre test.....	40
<i>Figura 22.</i> Lista de personas evaluadas.....	40
<i>Figura 23.</i> Capacitaciones teóricas y practica .....	43
<i>Figura 24.</i> Registro de evaluación post capacitación .....	44
<i>Figura 25.</i> Secuencia de registro de fallas .....	45
<i>Figura 26.</i> Regulación del Operario.....	51
<i>Figura 27.</i> Herramientas para maquina.....	51
<i>Figura 28.</i> Orden de trabajo ERP JD Edwards .....	53
<i>Figura 29.</i> Mantenimiento planificado – agosto 2022. ....	53
<i>Figura 30.</i> Mantenimiento planificado – setiembre 2022. ....	54
<i>Figura 31.</i> Mantenimiento planificado – octubre 2022.....	54

<i>Figura 32.</i> Evaluación básica de TPM.....	55
<i>Figura 33.</i> Disponibilidad de máquina – agosto 2022.....	56
<i>Figura 34.</i> Disponibilidad de máquina – setiembre 2022.....	57
<i>Figura 35.</i> Disponibilidad de máquina – octubre 2022.....	57
<i>Figura 36.</i> Fiabilidad y Mantenibilidad post datos – agosto.....	58
<i>Figura 37.</i> Fiabilidad y Mantenibilidad post datos – setiembre.....	58
<i>Figura 38..</i> Fiabilidad y Mantenibilidad post datos - agosto.....	58
<i>Figura 39.</i> Comparativo de Disponibilidad – Pre y Post test.....	59
<i>Figura 40.</i> Comparativo de Fiabilidad y Mantenibilidad – Pre y Post test.....	59
<i>Figura 41.</i> Gráfico de cajas– Mtto. Planificado.....	70
<i>Figura 42.</i> Gráfico de cajas– Capacitación.....	71
<i>Figura 43.</i> Gráfico de cajas– Disponibilidad.....	72
<i>Figura 44.</i> Gráfico de cajas– Fiabilidad.....	73
<i>Figura 45.</i> Gráfico de cajas– Mantenibilidad.....	74



## RESUMEN

La investigación titulada “Aplicación de TPM para incrementar la disponibilidad de los equipos de la línea de fabricación de caramelos duros, Chancay 2022”. Tuvo como principal objetivo incrementar la disponibilidad de la maquina N°3, perteneciente a la línea de caramelos duros, Chancay 2022. La variable independiente fue el mantenimiento productivo total (TPM) y la variable dependiente disponibilidad.

En la presente investigación se utilizó el enfoque fue cuantitativo, con un diseño pre-experimental y de nivel descriptivo, los instrumentos que se emplearon para la recolección de la información de la disponibilidad de la máquina N°3, se representan en tablas y gráficos correspondientes.

Las principales conclusiones se tienen que, la aplicación de TPM incrementa la disponibilidad de los equipos de la línea de fabricación de caramelos duros, Chancay 2022”, esto se ve reflejado en el incremento obtenido de 14.3%, teniendo un pre test de 77% y un post test de 88%. Así mismo; se obtuvo un incrementó en la fiabilidad de 104.4% y una disminución de la mantenibilidad del 10.2%.

Palabras claves: Mantenimiento productivo total, fiabilidad, mantenibilidad.

## **ABSTRACT**

The research titled "TPM Application to increase the availability of hard candy manufacturing line equipment, Chancay 2022". Its main objective was to increase the availability of machine No. 3, belonging to the Chancay 2022 hard candy line. The independent variable was total productive maintenance (TPM) and the dependent variable was availability.

In the present investigation the approach that was used was quantitative, with a pre-experimental design and descriptive level, the instruments that were used for the collection of information on the availability of machine No. 3, are represented in tables and corresponding graphs.

The main conclusions are that the application of TPM increases the availability of the equipment of the hard candy manufacturing line, Chancay 2022", this is reflected in the increase obtained of 14.3%, having a pre-test of 77% and a post test of 88%. Likewise; an increase in reliability of 104.4% and a decrease in maintainability of 10.2% was obtained.

Keywords: Total productive maintenance, reliability, maintainability.

## **I.- INTRODUCCIÓN**

Todos los sectores de la economía son cada vez más competitivos. Para fomentar la competitividad de las empresas, son necesarias medidas de mejora continua para que las empresas sean más rentables y con menos residuos asociados al proceso (Santos et al., 2019, p.2). Por lo tanto, es preciso abordar las causas asociadas a los fallos de los equipos. Además, es bien sabido que en la situación industrial se producen enormes pérdidas/desperdicios en los talleres de fabricación, siendo uno de los principales problemas existentes, la alta frecuencia de averías de los equipos y el exceso elevado del tiempo de reparación, donde el 80% de las paradas inesperadas son repetitivas y pueden ser resueltas por un operador, mientras que sólo el 20% necesita ayuda externa (Morales y Rodriguez, 2017). No obstante, estas no son tan efectivas como se esperaba, pues no se usan correctamente, no se cuenta de los recursos importantes o la táctica no está dirigida a solucionar de manera directa el problema (Moscoso et al., 2019).

En el contexto internacional, el estudio realizado en la empresa productora de cereal al norte de Ecuador, se evidencia una baja disponibilidad de la máquina N° 2 del área de empaquetado, teniendo una disponibilidad inicial de 64%. Según el investigador señala que las causas que originan la baja disponibilidad son: paradas imprevistas, tiempos de reparación fuera de lo establecido, altos tiempo de cambio de fabricación de productos y alto tiempo de limpieza al final de cada turno. (Correa et al., 2019).

En el contexto nacional, el estudio realizado en la empresa Choco Museo, dedicada a la elaboración de chocolates, se evidencia los índices bajos en disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad, teniendo como datos iniciales de 66%, 6.9 horas y 3.49 horas, respectivamente. Las causas que generan la baja disponibilidad son: Constante mantenimiento correctivo, falta de inducción a los trabajadores, paradas imprevistas y falta de hoja de vida de los equipos (Flores, 2021).

Se considero a la empresa Choco Museo como representativa del Perú, por evidenciar un plan de mantenimiento adecuado con resultados positivos, pudiendo obtener un incremento de 10% de disponibilidad.

En el contexto local, este estudio se desarrolló en la empresa alimentaria de producción de caramelos, chicles, chocolates, específicamente en la línea de fabricación de caramelos duros. Según estudios preliminares que se efectuaron, la

línea de caramelos duros tiene problemas, los fallos inesperados provocan paradas de emergencia en la producción y la falta de planes de producción, generando una baja productividad, esto debido a la poca disponibilidad de los equipos de la línea de producción de caramelos duros. Según el historial obtenido indica que la máquina N°3 tiene una disponibilidad baja respecto a los límites establecidos por la empresa, la disponibilidad promedio es de 77%, siendo importante para la empresa poder incrementar la disponibilidad como mínimo 85%.

En el inicio del desarrollo de la investigación se consideró aplicar la herramienta a las 3 máquinas de la línea de caramelos duros, las cuales se identificaban como máquina N°1, máquina N°2 y máquina N°3. En el desarrollo de la implementación surgieron cambios inesperados que generaron el retiro de las máquinas N°1 y N°2 de la línea de caramelos duros, esto debido a la antigüedad y a los altos costos de reparación que generaban, siendo reemplazado por 1 máquina de mayor capacidad que cubre 2 veces la cantidad de producción con respecto a las máquinas N°1 y N°2. Para la investigación se consideró aplicar la herramienta a la máquina N°3 existente.



Figura 1. Diagrama de Ishikawa

Tabla 1. *Matriz de correlación*

Causas que originan baja disponibilidad en la línea de producción		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Suma de Puntaje
<b>C1</b>	Control de inspección deficientes (Maquina antigua)		0	0	0	0	0	5	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	12
<b>C2</b>	Adecuación de nuevas mediciones (Maquina nueva)	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>C3</b>	Retraso del personal	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>C4</b>	Falta de programas de capacitación (Maquina antigua)	5	0	3		0	0	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	18
<b>C5</b>	Nuevos programas de capacitación (Maquina nueva)	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>C6</b>	Ausencia de instructivos de regulación (Maquina antigua)	5	0	5	0	0		5	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	20
<b>C7</b>	Mantenimiento inadecuado (Maquina antigua)	3	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	8
<b>C8</b>	Falta de instructivo de funcionamiento (Maquina antigua)	5	0	2	0	0	0	5		0	1	0	1	0	5	0	0	0	19
<b>C9</b>	Adecuación de nuevos métodos (Maquina nueva)	0	1	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	2	0	3
<b>C10</b>	Especificaciones incorrectas	1	1	4	0	0	0	0	0	0		0	1	0	0	0	2	0	9
<b>C11</b>	Demora por falta de material	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	5
<b>C12</b>	Orden y limpieza	1	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0		0	2	0	1	0	9
<b>C13</b>	Exceso de polvo	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	0	0	0	4
<b>C14</b>	Mal funcionamiento (Maquina antigua)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		0	0	0	2
<b>C15</b>	Programa de Mtto. inexistente (Maquina antigua)	3	0	5	0	0	0	5	0	0	0	3	0	0	5		0	0	21
<b>C16</b>	Prueba piloto (Maquina nueva)	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	3
<b>C17</b>	Establecimiento de nuevos estándares (Maquina nueva)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		2

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla se muestra que las causas que generan una mayor correlación; programa de mantenimiento inexistente, ausencia de instructivo de regulación, falta de instructivo de funcionamiento y falta de programas de capacitación. Las escalas de las causas fueron asignadas con apoyo del supervisor de planta y realizada mediante técnicas de entrevista, donde se estableció que indiferente =0, mínima=1, Débil=2, media=3. Fuerte=4 y muy fuerte=5.

Tabla 2. *Ponderación total*

Causas de baja disponibilidad en la línea de producción	Puntaje de Correlación	Frecuencia	Ponderación total
Control de inspección deficientes (Maquina antigua)	12	5	60
Adecuación de nuevas mediciones (Maquina nueva)	1	1	1
Retraso del personal	1	1	1
Falta de programas de capacitación (Maquina antigua)	18	3	54
Nuevos programas de capacitación (Maquina nueva)	1	1	1
Ausencia de instructivos de regulación (Maquina antigua)	20	3	60
Mantenimiento inadecuado (Maquina antigua)	8	5	40
Falta de instructivo de funcionamiento (Maquina antigua)	19	5	95
Adecuación de nuevos métodos (Maquina nueva)	3	1	3
Especificaciones incorrectas	9	1	9
Demora por falta de material	5	5	25
Orden y limpieza	9	3	27
Exceso de polvo	4	3	12
Mal funcionamiento (Maquina antigua)	2	5	10
Programa de mantenimiento inexistente (Maquina antigua)	21	5	105
Prueba piloto (Maquina nueva)	3	1	3
Establecimiento de nuevos estándares (Maquina nueva)	2	1	2

Fuente: elaboración propia

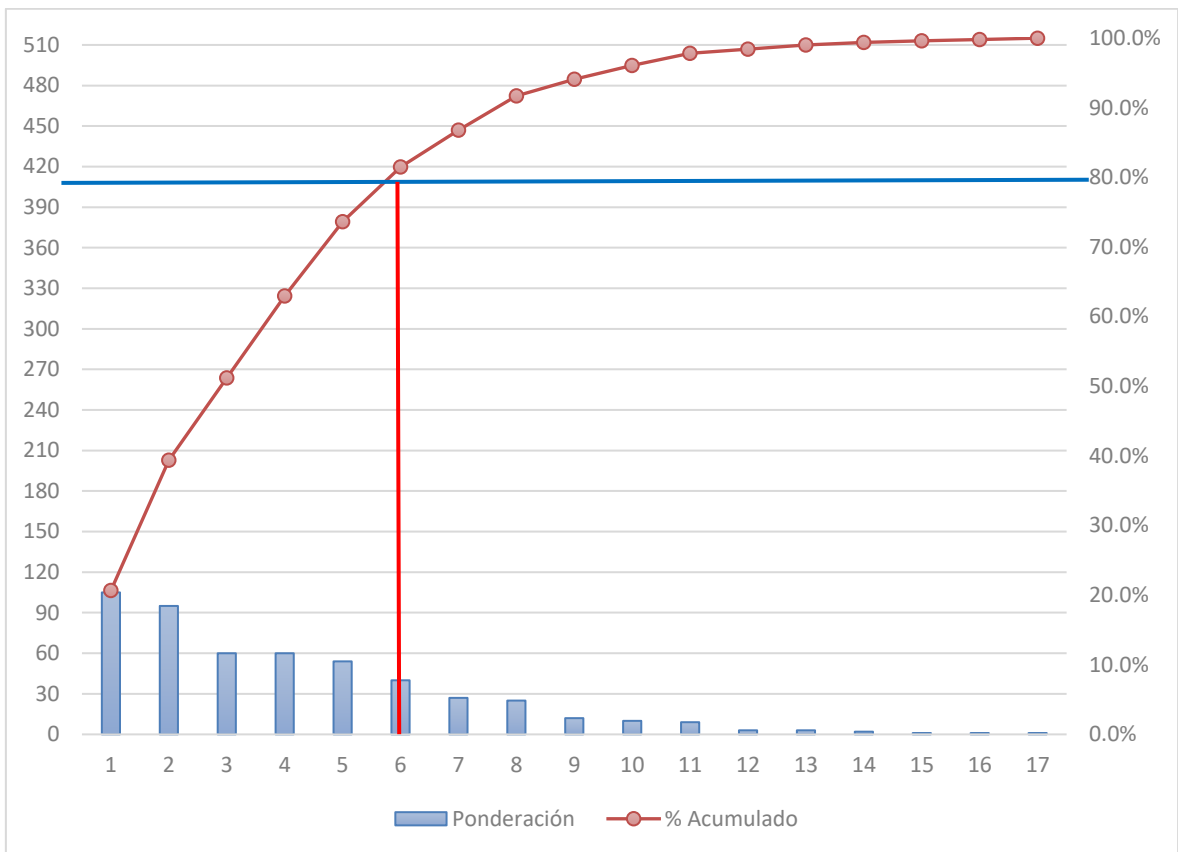
De acuerdo a la tabla se muestra los resultados de la ponderación total. La frecuencia fue establecida en el siguiente rango: Frecuencia baja 1, frecuencia media 3, frecuencia alta 5. Las frecuencias fueron establecidas con el supervisor de turno, mediante entrevista.

Tabla 3. *Tabulación de datos*

Ítem	Causas de baja disponibilidad en la línea de producción	Escala de ponderación	%	Acumulado	Acumulado %
1	Programa de mantenimiento inexistente (Maquina antigua)	105	20.7%	105	20.7%
2	Falta de instructivo de funcionamiento (Maquina antigua)	95	18.7%	200	39.4%
3	Control de inspección deficientes (Maquina antigua)	60	11.8%	260	51.2%
4	Ausencia de instructivos de regulación (Maquina antigua)	60	11.8%	320	63.0%
5	Falta de programas de capacitación (Maquina antigua)	54	10.6%	374	73.6%
6	Mantenimiento inadecuado (Maquina antigua)	40	7.9%	414	81.5%
7	Orden y limpieza	27	5.3%	441	86.8%
8	Demora por falta de material	25	4.9%	466	91.7%
9	Exceso de polvo	12	2.4%	478	94.1%
10	Mal funcionamiento (Maquina antigua)	10	2.0%	488	96.1%
11	Especificaciones incorrectas	9	1.8%	497	97.8%
12	Adecuación de nuevos métodos (Maquina nueva)	3	0.6%	500	98.4%
13	Prueba piloto (Maquina nueva)	3	0.6%	503	99.0%
14	Establecimiento de nuevos estándares (Maquina nueva)	2	0.4%	505	99.4%
15	Adecuación de nuevas mediciones (Maquina nueva)	1	0.2%	506	99.6%
16	Retraso del personal	1	0.2%	507	99.8%
17	Nuevos programas de capacitación (Maquina nueva)	1	0.2%	<b>508</b>	<b>100.0%</b>
		<b>508</b>			

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla 3, se muestra la escala, porcentaje y acumulado de cada uno de las causas.



Fuente: elaboración propia

*Figura 2. Gráfico de Pareto*

El diagrama de Pareto no cumple el 80-20, debido que la frecuencia y correlación son muy parejas, es por ello que todas las causas aparentemente tienen el mismo peso y no existe una causa mayor respecto a otra.



Tabla 4. *Estratificación de causas por áreas*

Causas de baja disponibilidad en la línea de producción	Escala de ponderación	Áreas	Puntuación
Programa de mantenimiento inexistente	105	Mantenimiento	452
Falta de instructivo de funcionamiento	95		
Control de inspección deficientes	60		
Ausencia de instructivos de regulación	60		
Falta de programas de capacitación	54		
Mantenimiento inadecuado	40		
Mal funcionamiento	10		
Prueba piloto (Maquina nueva)	3		
Demora por falta de material	25	Producción	44
Orden y limpieza	27		
Exceso de polvo	12		
Adecuación de nuevos métodos (Maquina nueva)	3		
Adecuación de nuevas mediciones (Maquina nueva)	1		
Retraso del personal	1		
Especificaciones incorrectas	9		
Establecimiento de nuevos estándares (Maquina nueva)	2		
Nuevos programas de capacitación (Maquina nueva)	1		

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la tabla, se muestra las causas agrupadas según las áreas, de acuerdo a la tabla el área de mantenimiento supera con un global de 452 puntos, seguido de producción con 44 puntos y por último ingeniería de proceso con 12 puntos.

Para establecer las áreas en mención, se recurrió al organigrama de la empresa.

Tabla 5. *Alternativas de solución*

Ítem	Alternativas	Solución al problema	Costos de Implementación	Viabilidad de ejecución	Duración de implementación	Total
1	TPM	2	2	2	2	8
4	Mant. Autónoma	1	2	1	1	5
5	PHVA	0	1	1	1	3

**No bueno (0) - Bueno (1) - Muy bueno (2)**

Fuente: elaboración propia

Se evidencia las primordiales alternativas para dar solución a las causas indicadas, el PHVA (Ciclo de Deming) obtiene un puntaje de 3, esta herramienta contribuye con simplificar, mejor el proceso realizando mejoras continuas, no fue considerada porque no soluciona por completo la poca disponibilidad maquinas. La herramienta de mantenimiento autónomo obtiene un puntaje de 5, si bien es cierto es una de las herramientas importante que ayuda a prevenir y prolongar el tiempo de vida de las máquinas, lo que busca es un plan de mantenimiento general y completo. La metodología del TPM, obtuvo el mayor puntaje 8, lo cual es más recomendable para poder solucionar a la poca disponibilidad, ya que se puede integrar a toda la organización con ello se puede conseguir mejores resultados y así obtener una mayor disponibilidad de la máquina N°3 de caramelos duros.

Tabla 6. *Alternativas de solución*

Consolidación de causas por áreas	Métodos	Mano de obra	Materiales	Medición	Medio ambiente	Maquinaria	Nivel de criticidad	Total, de problemas	Porcentaje	Impacto	Calificación	Prioridad	Medida a tomar
Mantenimiento	158	25	54	60	0	155	Alto	452	89%	5	2260	1	TPM
Producción	3	1	0	1	39	0	Medio	44	9%	3	132	2	Mtto.Autónomo
Ingeniería de Proceso	0	9	1	0	0	2	Bajo	12	2%	2	24	3	PHVA
Total de problemas	161	35	55	61	39	157		508	100%				

Fuente: elaboración propia

Se puede observar las causas agrupadas por áreas, mantenimiento, producción e ingeniería de procesos. Luego del análisis realizado se puede dar conformidad que la herramienta de TPM brinda la mejor solución para incrementar la disponibilidad de la máquina N°3 de caramelos duros. La compañía y sus colaboradores están comprometidos en aportar y resolver las posibles fallas que se pueden generar en las distintas áreas.

Por lo anteriormente expuesto el problema general se manifiesta: ¿De qué manera la aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros? El problema específico 1 se manifiesta: ¿De qué manera la aplicación del TPM incrementa la fiabilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros? El problema específico 2 se manifiesta: ¿De qué manera la aplicación del TPM disminuye la mantenibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros?

La justificación práctica, consiste en explicar cómo los resultados cambian la realidad en el campo de investigación (Musallam, Fauzi y Nagu, 2019, p.2). Esta

investigación es importante porque ayuda a contribuir al crecimiento de la compañía y sus trabajadores. Aplicando el TPM se obtuvo resultados favorables en beneficios de toda la organización como: personal de mantenimiento autónomo, compromiso de los colaboradores con las máquinas, menos parada de planta y aumento de producción.

La justificación metodológica, es llevar consigo una representación de la forma de utilizar el método propuesto. Se debe enfatizar la importancia de usar el método (Musallam, Fauzi y Nagu, 2019, p.3). Esta investigación se basó en análisis de las fichas de datos proporcionados por el área de producción. Los resultados son favorables para interpretar y resolver todas las interrogantes de los problemas, hipótesis y los objetivos trazados. Las técnicas utilizadas pueden servir como guía para futuras investigaciones.

La justificación económica, para la investigación se debe demostrar que el dinero empleado en el transcurso del proceso pueda recuperarse, refiriéndose nuevamente a la rentabilidad de la investigación (Fernández, 2020, p.72). Con la implementación del TPM, se buscó reducir los costos de mano de obra (técnicos y operarios) y costos de máquina inoperativa. Se obtuvo una reducción de costo total promedio de S/ 7,390.00.

Por lo expuesto anteriormente, el objetivo general de esta investigación es, Determinar de qué manera el TPM incrementa la disponibilidad de los equipos en la línea de fabricación de caramelos duros. El objetivo específico 1, Determinar de qué manera el TPM incrementa la fiabilidad de los equipos en la línea de fabricación de caramelos duros. El objetivo específico 2, Determinar de qué manera el TPM disminuye la mantenibilidad de los equipos en la línea de fabricación de caramelos duros. La hipótesis general se expresa como: La aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros. La hipótesis específica 1 se expresa como: La aplicación del TPM incrementa la fiabilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros. La hipótesis específica 2 se expresa como: La aplicación del TPM disminuye la mantenibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros.

## II.- MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales de esta investigación, se tiene a Ahmad et al. (2017), en el artículo *"Mejora de la eficiencia global de los equipos de la estructura de anillo mediante el mantenimiento productivo total: un caso textil"*, tuvieron como objetivo la implementación del Kaizen, una de las bases del mantenimiento productivo total, para optimizar la eficiencia global de las máquinas de una parte del bastidor de anillos en una industria de hilatura. Fue un estudio de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño experimental. Con el apoyo del diagrama de Pareto, la evaluación lógica del "por qué" y el análisis de causa-efecto, se investigaron las seis principales pérdidas por paradas, los daños de los equipos, puesta en marcha y ajuste, tiempos de inactividad, reducción de la velocidad, errores de proceso y, sobre todo, reducción de la productividad y se aplicó un programa de formación estructurado para informar a los operarios. Como resultado, se redujeron las pérdidas y la productividad se incrementó un 24%. Llegando a concluir que la implantación del Kaizen incremento la productividad y mejoró la calidad de las cajas de anillos. Aportando a esta investigación como la aplicación del pilar antes mencionado puede mejorar el rendimiento OEE.

Amorim et al. (2018) elaboraron el artículo científico de título: *"Implantación del Mantenimiento Productivo Total: Un estudio de caso en la industria manufacturera"*, donde establecieron como objetivo emplear el mantenimiento productivo total analizando el rendimiento del pilar de mantenimiento autónomo en una industria manufacturera piloto. La investigación es de enfoque cuantitativo, tipo aplicado, nivel explicativo y diseño experimental. Los resultados evidenciaron una eficiencia global del equipo tuvo su valor maximizado en un 30% en dos años y medio. Concluyendo que incluso el pilar del mantenimiento autónomo, siendo el proceso de capacitación, para que los operadores sean capaces de promover cambios en su ambiente de trabajo que garanticen altos niveles de productividad, necesita el apoyo de los pilares básicos. Sin ellos, dicho pilar no tendría las condiciones necesarias para actuar en la planificación de la aplicación de la metodología. El incremento de la eficiencia indicó que tuvo su capacidad productiva elevada, permitiendo el aumento de los ingresos de la organización. Siendo su aporte a esta investigación, que al invertir en mantenimiento mediante sistemas como el TPM se puede incrementar el índice de productividad.

Ribeiro et al. (2019) desarrollaron un artículo titulado *"Implementación del TPM con el apoyo de las 5S para mejorar la disponibilidad de una línea de producción de automóviles"*, donde propusieron optimizar la disponibilidad de una línea de producción mediante el uso de técnicas de mantenimiento productivo total, apoyada en herramientas de Lean Maintenance. Fue un estudio de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño experimental. Se diagnosticó el estado inicial de la línea y su problemática, empleando varios medios para ello, como el MTBF, el MTTR, la eficiencia y la disponibilidad. Para responder a los problemas, se elaboró y aplicó un plan para identificar las causas de los errores en una de las máquinas con la implementación de las 5S, gestión visual y cronograma de mantenimiento, así como un programa de formación para mejorar las competencias de los operarios. El estudio concluyó que las consecuencias de estas acciones fueron efectivas, ya que la línea se organizó mejor, el valor del MTBF paso de 124 a 155 horas, el valor del MTTR disminuyó de 5.26 a 4.56 horas y, en consecuencia, la disponibilidad general aumentó 1.2%, paso de 95.9% a 97.1%. Siendo su aporte a esta investigación que la identificación de las causas de los errores, la aplicación de los indicadores y la capacitación de los operarios, reportaron un efecto importante sobre la disponibilidad de los equipos, siendo estas favorecidas con el desarrollo del plan de mantenimiento.

Martins et al. (2020) desarrollaron el artículo titulado *"Mejora de la gestión del mantenimiento preventivo en una empresa de soluciones energéticas"*, expusieron el objetivo de elevar el nivel del proceso de Gestión del Mantenimiento Preventivo en una empresa de transformadores. Fue un estudio de tipo aplicado, nivel explicativo y diseño experimental. Para ello, la metodología escogida fue de investigación-acción. Tras reconocer la problemática primordial, se utilizó una estrategia mixta de mantenimiento basada en el Mantenimiento centrado en la confiabilidad y el Mantenimiento Productivo Total. Se obtuvieron los siguientes resultados: (a) Los equipos fueron catalogados de acuerdo a su relevancia en la producción; (b) Se desarrolló un nuevo diagrama de flujo de decisiones y acciones; (c) Se obtuvo una reducción del tiempo de desperdicio en el MP; (d) las fallas de los equipos fueron reducidos en un 66% posterior a la implementación; (e) se añadieron Indicadores Clave de Desempeño nuevos (KPI); y (f) los niveles de ejecución de los planes de mantenimiento aumentaron un 12%. Al final del trabajo

se logró una reducción de 120 060 euros. De lo cual concluyen que al ejecutar diferentes sistemas metódicos de forma organizada e intercambiar información y las responsabilidades con los trabajadores puede suponer un importante ahorro para la empresa. Teniendo como aporte a esta investigación que la combinación de las prácticas de mantenimiento preventivo, la priorización de los equipos, la administración de las piezas de recambio y la planificación del mantenimiento orientada a la producción da resultados positivos.

Pinto et al. (2020), que en el artículo: *"Implantación de un plan estratégico de mantenimiento con la metodología TPM"*, formular el objetivo de aplicar un plan de mantenimiento estratégico aplicable en un ámbito industrial, particularmente en una compañía de gestión de embragues e hidráulica. El estudio es de tipo aplicado y diseño experimental utilizado en el estudio. Se diseña e implementa la aplicación del método de Mantenimiento Productivo Total en dos partes para tornos CNC y centros de mecanizado CNC para evitar pérdidas a causa de ineficiencias. Como resultado, se tiene un incremento de disponibilidad de 2% en ambas máquinas y un incremento de MTBF de 21% y 14% respectivamente, así mismo; se disminuyó el MTTR en un 28% y 27%. Finalmente, la eficacia global de los equipos (OEE) aumentó cerca del 5%. De lo cual concluyen que un buen sistema de gestión del mantenimiento impulsa al éxito de una organización y que la comprensión del mantenimiento puede conducir a ganancias de eficiencia, como una respuesta más rápida a las averías y la prevención de la recurrencia de los problemas mediante la eliminación de sus causas. De este modo, se reducen los costos, aumenta la disponibilidad y vida útil de los equipos. Teniendo como aporte a esta investigación la mejora de los resultados de MTTR, MTBF y disponibilidad, indicando los resultados positivos de implementar algunos de los pilares de TPM.

Como antecedentes nacionales de esta investigación, Fernandez (2018) publicó su tesis titulada *"Implementación del Mantenimiento Productivo Total para optimizar la Productividad en una empresa fabricante de transformadores, Lima 2017"*, donde expuso como objetivo optimizar la productividad en una empresa de fabricación de transformadores. Para optimizar el rendimiento se ha aplicado el Mantenimiento Productivo Integral, que incluye mantenimiento offline y programado. La presente investigación es de enfoque cuantitativo y tipo aplicada, con el diseño cuasi-experimental, en las máquinas encargadas de fabricar los transformadores, dentro

de los 3 meses de funcionamiento. El análisis se basó en observaciones del proceso antes y después de aplicar la técnica, informes y métricas de producción Mantenimiento general y productividad por horas máquina producidas y eficiencia. Se utilizaron herramientas estadísticas como Excel y SPSS. Los resultados obtenidos en términos de productividad de la máquina tras la introducción del mantenimiento productivo total fueron de un 22,54% mayor al de la productividad original. Concluyendo que al fomentar esta estrategia de mantenimiento se optimiza las horas máquinas efectivas y la producción. Siendo el aporte a esta investigación que al aplicar el TPM se optimiza la producción y la disponibilidad en una compañía.

Gaspar y More (2019), presentaron su tesis con el título: "*Mantenimiento Productivo Total para mejorar la eficiencia en la línea de producción de la Empresa Panda S.A.C, Ate, 2019*", donde establecieron como objetivo conocer cómo el Mantenimiento Productivo Total puede incrementar la eficiencia en una empresa de fibras textiles. El diseño de la investigación fue experimental, nivel descriptiva y explicativa y de tipo aplicada, utilizando la data de producción, durante y después de la aplicación de la técnica, mediante el empleo de una hoja de registro y ficha de observación. Llegando a la determinación de que la aplicación del TPM tiene resultados favorables para la empresa, en términos del tiempo reducido de inactividad y mejora el tiempo de vida de los equipos, aumentando la producción cerca del 30% e incrementando la disponibilidad de 86.61% a 95%, equivalente a un incremento de 8.39%. La mejora de la disponibilidad de equipos al promover técnicas de mantenimiento productivo total es el principal aporte a este estudio.

Garay y Maceda (2020), en su artículo titulada: "*Aplicación de la metodología TPM para reducir los retrasos en los pedidos en una empresa fabricante de etiquetas*", definió como objetivo descubrir cómo la aplicación de un mantenimiento productivo total (TPM) aumenta la disponibilidad de la maquina fabricante de etiquetas, reducción los fallos inesperados y obteniendo productos de mejor calidad. La presenta investigación es de tipo proyectiva, con un diseño experimental transversal. La investigación partió aplicando la metodología de 5s con el objetivo de realizar una reestructuración de la empresa, luego de ello se utilizó las dimensiones de mantenimientos planificado y autónomo. Es así como se llegó a la reducción de tiempos de reparación obteniendo una efectividad de 92%, el tiempo de entrega de los pedidos a tiempo incremento hasta un 83.58%. Concluyendo que

la introducción de la implementación del mantenimiento productivo total mejoró la eficiencia, eficacia, productividad, disponibilidad y confiabilidad de máquinas. El principal aporte a este estudio es el aumento significativo de la efectividad y confiabilidad que se puede lograr la aplicación de la metodología mejorada del TPM, las 5s, mantenimiento planificado y autónomo.

Canahua (2021), desarrolló el artículo que tiene por título *"Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica"*, donde formuló como propósito demostrar la factibilidad del uso de esta metodología en las pequeñas y medianas empresas que fabrican partes metalmecánicas. La investigación se basó en un nivel descriptivo, diseño pre-experimental y enfoque cuantitativo. Se obtuvo como resultados, aplicando la herramienta TPM, la disponibilidad paso de 86.7% a 96.88%, el MTBF de 50.86 a 237.65 horas y MTTR de 7.76 a 0.27 horas, siendo la empresa FRSEP SAC, la beneficiada con lo mencionado. Siendo su conclusión que el empleo y el uso de la metodología señalada arriba es idónea para exponer el estado real y para ubicar y proponer opciones a fin de mejorar un proceso de fabricación. A través de la utilización de la metodología TPM, pueden ser determinadas las causas primordiales de la poca OEE en la fabricación y su corrección, siendo este el principal aporte a esta investigación.

Alvarez (2021) publicó su tesis bajo el título *"Mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en línea de ensamblaje de tableros, empresa Electro Industrial Solutions S.A. Los Olivos.2020"*, donde se planteó como objetivo examinar cómo el mantenimiento productivo total mejora el rendimiento de una línea de tableros eléctricos. El estudio fue diseñado con base en un enfoque cuantitativo utilizando un diseño cuasi-experimental y de nivel explicativo. Para recolectar la información se utilizó un registro sustancial y confiable de los resultados. Uno de los hallazgos más importantes fue que el uso del mantenimiento integrado aumentó la eficiencia de la línea. Demostrado al comparar el rendimiento inicial del 77% antes de la prueba con el 85% después de la misma. Aportando a este estudio, que al fomentar el TPM, se puede acrecentar la producción, eficacia y eficiencia de una empresa.



Según Japan Institute of Plant Maintenance (2022) líder mundial en TPM, menciona que para lograr una eficiencia integral durante todo el periodo de producción es importante evitar los accidentes, defectos y fallas. Para obtener buenos resultados es necesario que todos los colaboradores de las distintas áreas sean partícipes de la implementación del TPM.

Es un concepto de mantenimiento productivo total (TPM) que tiene como meta lograr la eficiencia global del sistema de producción mediante la implicación de los integrantes de la organización (Nakajima, 1988). Se considero a Nakajima por ser el fundador y pionero de la implementación del TPM, donde divide al TPM en tres importantes conceptos.

Total, lo que supone la participación de todo el personal / trabajador de la compañía. Productivo, quiere decir que todas las actividades de TPM se realizan en la medida de lo posible y no interfiere con la producción de la empresa.

Mantenimiento, lo que supone seleccionar el método de mantenimiento más adecuado y eficaz.

Los ocho pilares del TPM son un sistema para obtener la máxima eficacia de la producción de cualquier industria. El resumen de los ocho pilares es el siguiente:

Mantenimiento autónomo: requiere que los operadores sean responsables del mantenimiento básico de la máquina. Los operarios se sienten responsables de sus máquinas; las máquinas son más fiables.

Mantenimiento planificado (Keikaku-Hozen): El mantenimiento planificado se basa en los índices históricos de averías de los equipos. El mantenimiento puede programarse en momentos en los que hay poca actividad de producción.

Mantenimiento de la calidad: La calidad está en función de las acciones que reducen los defectos. Reducir el número de defectos y aumentar así los beneficios.

Mejora continua (Kaizen): Utilizar equipos interfuncionales para las actividades de mejora. Desarrollar la capacidad de resolución de problemas del personal.

Gestión temprana de los equipos: Diseñar nuevos equipos basándose en la experiencia obtenida en trabajos anteriores de TPM. La nueva planta alcanza su máximo potencial en menos tiempo.

Educación y formación: Minimizar la diferencia de habilidades y conocimientos mediante la formación de todos los empleados. Los colaboradores están dotados de las competencias esenciales para afrontar los retos de su trabajo.

Salud, seguridad y medio ambiente: Crear un ambiente adecuado, sin lesiones y accidentes. Eliminación de condiciones peligrosas y personal sano.

TPM en la oficina: Compartir estos principios con los líderes de su organización. Ayudar a los operadores a entender los beneficios de estas mejoras (Adesta et al., 2018).

Las seis pérdidas principales reducen la productividad de las máquinas y son aquellos daños que toda empresa debería evitar. Las seis pérdidas principales son las pérdidas por avería, el tiempo de inactividad de puesta en marcha y ajuste, el tiempo de inactividad de trabajo y el tiempo de inactividad breve, la reducción de la velocidad, los errores de proceso y la reducción de la eficiencia (Sutoni et al., 2019). En este sentido, Nakajima (1988) el fundador y pionero del TPM define estas seis grandes pérdidas en los equipos que contribuyen a reducir la OEE:

Pérdidas responsables de la reducción del índice de disponibilidad:

Las pérdidas por averías de los equipos se dividen en, reducción de tiempo debido a una baja productividad y en pérdida en la excelencia causada por productos errados.

La pérdida de tiempo de preparación/ajuste son el resultado de la duración de inactividad y de los productos errados que se producen al finalizar la producción de un artículo determinado y el equipo se reduce a los requerimientos de otro artículo.

Pérdidas responsables de la reducción del índice de rendimiento:

Las pérdidas debidas a pequeñas interrupciones ocurren cuando la producción es interrumpida por fallos temporales.

Las pérdidas por velocidad reducida hacen referencia a la diferencia que existe entre la velocidad de un equipo y la velocidad real de funcionamiento.

Pérdidas responsables de la reducción del índice de calidad:

La reducción del rendimiento ocurre durante la fase de inicio de la producción a partir de la estabilización del arranque del equipo.

Los defectos de calidad y los retrabajos son pérdidas causadas por una mala manipulación de los equipos de producción.

Es un concepto diseñado para optimizar la eficiencia global de las instalaciones de fabricación y asegurar su uso más seguro. Se hace hincapié en la contribución de los colaboradores en el mantenimiento y en la mejora de la eficiencia de la planta (Ribeiro et al., 2019).

Cuatrecasas et al. (2010), describen las etapas y fases para implementar el TPM:

Según el autor las etapas son:

Preparación, introducción, implantación y consolidación.

Según el autor, considera 12 fases a considerar, las cuales son:

Decisión de aplicar el TPM en la empresa, información sobre TPM, estructura promocional del TPM, objetivo y políticas básicas, plan maestro de desarrollo del TPM, arranque formal del TPM, mejorar la efectividad del equipo, desarrollar un programa de mantenimiento autónomo, desarrollar un programa de mantenimiento planificado, gestión temprana de equipos, consolidación del TPM y elevación de metas.

El mantenimiento planificado de acuerdo a Braglia et al. (2019), Este pilar se base en el mantenimiento preventivo es el primer intento de reducir la tasa de fallos de los equipos y consecuentemente su disponibilidad. En principio, la probabilidad de que se produzcan fallos puede reducirse determinando la frecuencia de las inspecciones, sustituciones y reparaciones en función del índice de fallos de la instalación.

Se puede dividir en cuatro grupos: mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, mantenimiento especializado para situaciones específicas y prevención. Esto mejora el mantenimiento predictivo y permite a los operadores de mantenimiento formados entrenar a los operadores de máquinas para un mejor servicio (Zlatić, 2019).

La capacitación es uno de los principios clave del TPM es la capacitación que se aplica a los operarios. Los operarios deben tener una gran habilidad en el uso de las máquinas y ser capaces de realizar diagnósticos y resolver problemas. Sin embargo, una formación exhaustiva puede resultar muy costosa e ineficiente para las empresas (Bataineh et al., 2019).

La disponibilidad es definida como la oportunidad de que un componente realice su función requerida en un momento dado, cuando se utiliza en condiciones de funcionamiento específicas. La disponibilidad se divide en tres tipos: disponibilidad in situ, disponibilidad intermitente y disponibilidad continua (Saini y Kumar, 2019).

La capacidad de un activo para desempeñar un papel específico en situaciones concretas, en un momento determinado o durante un periodo de tiempo específico,

depende de la disponibilidad de los recursos externos necesarios (Ribeiro et al., 2019).

La fiabilidad es la probabilidad de que un componente funcione como es debido durante un tiempo determinado cuando se utiliza en condiciones de funcionamiento específicas (Saini y Kumar 2019).

La mantenibilidad se define como la posibilidad de que el equipo averiado o defectuoso, pueda ser reparado en un determinado tiempo (Saini y Kumar, 2019).

### **III.- METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y diseño de investigación**

Por su finalidad: Aplicada

Nieto (2018, p.3), indica que el estudio es aplicada porque está dirigida a solucionar aquellos problemas que se encuentran en los distintos procesos.

La presente investigación es de tipo aplicada, porque se emplearon conceptos, técnicas y herramientas que ayudaron a incrementar la disponibilidad y fiabilidad, así mismo; reducir la mantenibilidad de la maquina envolvente.

Por su enfoque: Cuantitativo

Hernández et al.(2014, p.4), señala que se utiliza el enfoque cuantitativo para el registro de datos para probar las hipótesis basadas en mediciones cuantitativas y análisis estadísticos.

El presente desarrollo de la investigación utiliza el enfoque cuantitativo, porque la información obtenida es medible y se calcula mediante los indicadores empleados, así mismo; se evalúan cada uno de ellas empleando la estadística inferencial para corroborar las hipótesis de investigación.

Por su nivel: Explicativo

Según Arias (2021, p.72), el nivel explicativo establece la causa y efecto de las variables de investigación, donde las variables independiente y dependientes son causas y efectos respectivamente.

La presente investigación es de nivel explicativo, porque determina la asociación que hay entre las 2 variables de la investigación, mantenimiento productivo total (variable independiente) y la disponibilidad (variable dependiente).

Por su diseño: Pre-Experimental

Según Arias (2021, p.74), el diseño pre experimental manipula la variable independiente con el objetivo de ver cambios en la variable dependiente, utilizando la comparación de datos antes y después (pre y post test).

La investigación es de diseño pre experimental, porque previo a la implementación, se realizó un análisis que manipuló y controló la variable independiente (mantenimiento productivo total).

Finalmente, por su alcance temporal, la investigación es longitudinal, debido a la extensión del tiempo, se ejecuta en diferentes etapas: al principio, durante el curso

y al final, con el fin de correlacionar los datos recopilados en las diferentes etapas (Arias, 2021, p.79).

La investigación es longitudinal, porque se realizaron 2 tomas de datos de la implementación del mantenimiento productivo total, obteniendo el pre y post test.

### **3.2 Variables y su operacionalización**

#### **Variable independiente: Mantenimiento Productivo Total.**

Para evitar las paradas inesperadas de las máquinas en conjunto se aplica el mantenimiento planificado; así mismo con la capacitación se pretende desarrollar una cultura en la que los operarios tengan sentido de propiedad de las máquinas, las conozcan mejor y permitan a los trabajadores capacitados centrarse en los proyectos de diagnóstico y reparación de equipos (Zlatic, 2019).

#### **Dimensión 1: Mantenimiento planificado.**

De acuerdo a Braglia et al. (2019), el mantenimiento preventivo (MP) es el primer intento de reducir la tasa de fallos de los equipos y consecuentemente su disponibilidad. En principio, la probabilidad de que se produzcan fallos puede reducirse determinando la frecuencia de las inspecciones, sustituciones y reparaciones en función del índice de fallos de la instalación.

Se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$MP = \frac{(HMP)}{(THM)} \times 100\%$$

#### **Datos:**

MP: Mantenimiento planificado

HMP: Horas de mantenimiento planificado

THM: Total de horas de mantenimiento

#### **Dimensión 2: Capacitación.**

La capacitación, como herramienta, está diseñada para crear un cambio positivo dentro de una compañía y su meta principal es ayudar a mejorar el presente y marcar el rumbo del futuro a través de un proceso iterativo y continuo que se centra en los recursos humanos de la organización.

La capacitación del personal es un proceso que responde al perfeccionamiento y desarrollo de las competencias individuales y de un conjunto dentro de la

organización, por lo que la formación para el desarrollo del personal es una necesidad práctica a todos los niveles, un proceso de dominio de la especialización y de desarrollo de las competencias necesarias para hacer frente al cambio constante (Jamaica y Rodríguez, 2015).

$$EA = \left( \frac{NF - NI}{NI} \right) \times 100\%$$

**Datos:**

EA: Efectividad de aprendizaje

NI: Nota inicial

NF: Nota final

**Variable dependiente: La disponibilidad.**

La disponibilidad de una máquina evalúa el rendimiento de los equipos que desempeñan una función específica, en un momento determinado y durante un período concreto, basándose en criterios como la fiabilidad y la mantenibilidad de los equipos (Saini y Kumar, 2019). La disponibilidad depende del MTTR y del MTBF (Ribeiro et al., 2019).

La manifestación de la disponibilidad está sujeta al del tiempo medio de reparación (MTTR) y del tiempo medio entre fallos (MTBF) (Aggarwal, Kumar y Singh, 2017). Se calcula en base a la siguiente formula.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100\%$$

**Datos:**

MTBF: Fiabilidad

MTTR: Mantenibilidad

**Dimensión 1: Fiabilidad**

El tiempo medio transcurrido entre fallos (MTBF) es la señal que brinda información de la fiabilidad de un equipo o grupo de estas. (Pan et al. 2016). Manifiesta el tiempo medio de funcionamiento conforme, es decir, el tiempo que pasa, por término medio, entre dos fallos consecutivos (Balc et al., 2017). El MTBF se calcula la

relación entre el tiempo de funcionamiento y el número de fallos (Lomte et al., 2018). El MTBF se expresa como:

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de fallos}}$$

### **Dimensión 2: Mantenibilidad**

Es el tiempo medio necesario para reparar una avería. Para un tiempo establecido, el MTTR se calcula por medio de la relación entre el tiempo empleado en reparar las averías (TF) y el número de averías (Lomte et al. 2018) y se representa de la siguiente manera:

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo en reparar averías}}{\text{Número de fallos}}$$

### **3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis**

#### **Población:**

Hernández y Mendoza (2018) precisan que la población es todo conjunto que cumplen una determinada especificación. Es decir, todo el universo de estudio estará conformado por los datos pre test de la disponibilidad de la máquina N°3 que pertenece a la línea de caramelos duros, siendo esta la única maquina antigua que están operación. Los datos pre test se tomaron de los meses de marzo, abril y mayo, con un total de 90 datos (3 meses) de trabajo.

Los criterios de inclusión fueron todos los días laborables de cada mes.

Los criterios de exclusión fueron los días no laborables y festivos.

#### **Muestra:**

De acuerdo a Hernández y Mendoza (2018), en un estudio cuantitativo, la muestra debe ser un subconjunto de la población de la que se recogen los datos y debe ser representativa de esa población (probabilísticamente, para que los resultados obtenidos de la muestra puedan generalizarse a la población). La fórmula de la muestra se indica a continuación.

$$n = \frac{Z^2 \cdot \sigma^2 \cdot N}{e^2(N - 1) + Z^2 \cdot \sigma^2}$$



**Datos:**

n = Muestra

Z = Grado de certeza (95%, es igual a Z=1.96)

N =Dimensión de universo (N = 90 datos)

$\sigma$  = Desviación estándar ( $\sigma = 0.50$ )

e = Error de estimación (e = 0.03 ó 3%)

En la investigación, la muestra consiste de 83 datos de acuerdo a formulado en mención.

$$n = \frac{(1.96)^2 \cdot 0.5^2 \cdot 90}{(0.03)^2(90 - 1) + (1.96)^2 \cdot 0.5^2} = 83.07$$

**Muestreo:**

Según Aries (2021, p.116), el muestreo no probabilístico se emplea cuando se desea escoger a una población considerando sus características en común. El muestro no probabilístico se utiliza cuando la muestra es menor a 100 individuos. Sin embargo, a veces son diferentes. Debido a que la población con respecto a la muestra es similar 90 y 83 respectivamente, para el desarrollo de la investigación no se aplicó la técnica de muestreo.

**Unidad de análisis:**

Según Aries (2021), es la base de datos donde se obtiene la información para realizar el análisis de investigación (p.118). En esta investigación se considera a la maquina Envolvedor a N° 3 como el análisis de datos, debido que se obtendrá la información de disponibilidad, fiabilidad y mantenibilidad.

**3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos*****Técnicas de recolección de datos:***

La recopilación de datos es el uso de uno o más instrumentos de medición para reunir información significativa sobre las variables del estudio en una muestra o situación seleccionada (por ejemplo, individuos, grupos, organizaciones, procesos o eventos). Los datos recogidos constituyen la base del análisis. Sin estos datos, el estudio no es posible. La recopilación de datos implica la elaboración detallada de un cronograma de procedimientos para recoger datos con un finalidad específica (Hernández y Mendoza, 2018). En este estudio, se usaron dos tipos de métodos de recogida de datos, la encuesta y el análisis documental.

Tabla 7. *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnica de recojo de datos	Instrumento de recojo de datos	Fuente de verificación
TPM	Mantenimiento planificado	Disponibilidad Operativa	Análisis Documental	Registro de campo	Registro de la máquina
	Capacitación	Efectividad de aprendizaje	Encuesta / Análisis Documental	Cuestionario / Registro de campo	Registro de notas de capacitación de trabajadores
Disponibilidad	Fiabilidad	MTBF	Análisis Documental	Registro de campo	Registro de operación de la máquina
	Mantenibilidad	MTRR	Análisis Documental	Registro de campo	Registro de operaciones de máquinas

Fuente: elaboración propia

**Análisis documental:**

Los documentos del pre test de las dimensiones: mantenimiento planificado, capacitación, fiabilidad y mantenibilidad son recopiladas de la base de datos del área de mantenimiento, para evaluar posterior a la implementación la mejora de cada uno de ellas.

**Encuesta:**

La encuesta se aplicó a los colaboradores de planta (Línea de caramelos duros), para determinar el conocimiento inicial y posterior a la implementación de la herramienta del TPM.

**Cuestionario:**

Para la investigación se considerado un cuestionario de 10 preguntas básicas referente a la herramienta del TPM, se evaluaron a 9 operarios de los 3 turnos que laboran en la línea de caramelos duros. Las preguntas se dividieron de la siguiente manera: 6 preguntas de mantenimiento, 3 preguntas con respecto al TPM y 1 pregunta de las principales fallas de las máquinas.

**Registro de campo:**

Los registros de campo están compuestos por la base de datos obtenidos del Pre test y Post test de las dimensiones de la investigación: mantenimiento planificado, capacitación, fiabilidad y mantenibilidad. Así mismo de la variable dependiente, la disponibilidad de la máquina. Los registros fueron obtenidos previa coordinación con las áreas involucradas.

**Validez:**

Según los autores Escobar, Surichaqui, Calvinapón (2022), los documentos de validez se presentan después de la evaluación por parte de algunos expertos que tienen que hacer evaluación y verificación del instrumento por tres expertos informando después del dictamen asegúrese de que la herramienta sea utilizable (p.166). En ese sentido, la validez hace referencia al nivel que mide un instrumento la variable que intenta medir. En otras palabras, es la medida en que un concepto abstracto se refleja en indicadores empíricos (Hernández y Mendoza, 2018). La validez de estos instrumentos se garantizará mediante las evaluaciones de tres jurados expertos proporcionados por la universidad César Vallejo.

**Confiabilidad:**

Es un instrumento de medida es el nivel en que se obtienen los mismos resultados cuando se aplica repetidamente a la misma persona, caso o muestra (Hernández y Mendoza, 2018). La fiabilidad alude a la veracidad de los datos, los análisis y los informes que la empresa puede proporcionar, que ayuda al proyecto a garantizar que la herramienta produce resultados valiosos y fiables, así mismo; se utilizó el coeficiente de Alfa de Cronbach, para obtener un nivel de confiabilidad aceptable.

Distribución de niveles de confiabilidad según Alfa de Cronbach:

[ 0.9, 1] = Excelente

[ 0.7, 0.9] = Muy Bueno

[ 0.5, 0.7] = Bueno

[ 0.3, 0.5] = Regular

[ 0, 0.3] = Deficiente

Tabla 8. *Estadística de confiabilidad, Alfa de Cronbach*

Confiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de componentes
0.99	69

Fuente: elaboración propia

Según los niveles de clasificación se tiene una confiabilidad de 0.99, lo cual demuestra que es excelente.

### 3.5. Procedimientos

#### Descripción de la empresa:

La compañía de golosinas fue fundada en Argentina en 1951, iniciando su operación en Chancay en 1996, lugar donde se desarrolló la investigación. Empresa dedicada a la elaboración de golosinas en general, caramelos, chicles, chocolates, chupetines y galletas.

Las principales marcas de golosinas que se fabrica son: Golpe, Bon o Bon, Sapito, Menta chocolate, Alka, Caramelo de Limón.

La empresa de golosinas es una empresa importante en fabricación de confitería por la diversidad de sus productos.



Figura 3. Productos vendidos

#### Misión:

“Entregar productos de alta calidad a los distintos países del mundo, donde puedan disfrutar y compartir en familia momentos mágicos.”



**Visión:**

“Ser una corporación líder mundial en el rubro de golosinas, destacándonos por el alto estándar de calidad de todos nuestros productos y por nuestra capacidad de optar por nuevos negocios.”

**Valores:**

Como principales valores tenemos: Diversidad, integridad, Calidad, innovación, espíritu humano y compromiso con el cliente



*Figura 4. Valores de la empresa*

**Descripción del área:**

La compañía de golosinas tiene 315 colaboradores de las distintas áreas, tanto planta como administrativos. En el área de planta hay 250 colaboradores y en la línea de caramelos duros hay 10 personas, por cada turno son 3 personas, 1 líder de producción y 1 supervisor general.

La presente de investigación se realizó en el área de empaque de la línea de caramelos duros macizos y rellenos, en la zona de empaque es la segunda etapa del proceso, allí es donde se ubican las máquinas envolvedoras de la línea de

caramelos duros. La máquina N<sup>3</sup> se encarga que envolver los graneles sin envoltura del caramelo Limón producto de alta rotación dentro del portafolios de la empresa donde se realizó la investigación, esta máquina trabaja a una velocidad de 250 GPM, dando por hora 58.5 kilos de granel semi elaborado con envoltura listos para pasar al área de envasado y embalado donde se obtiene el producto terminado.



*Figura 5. Maquina Envolvedora N°3*

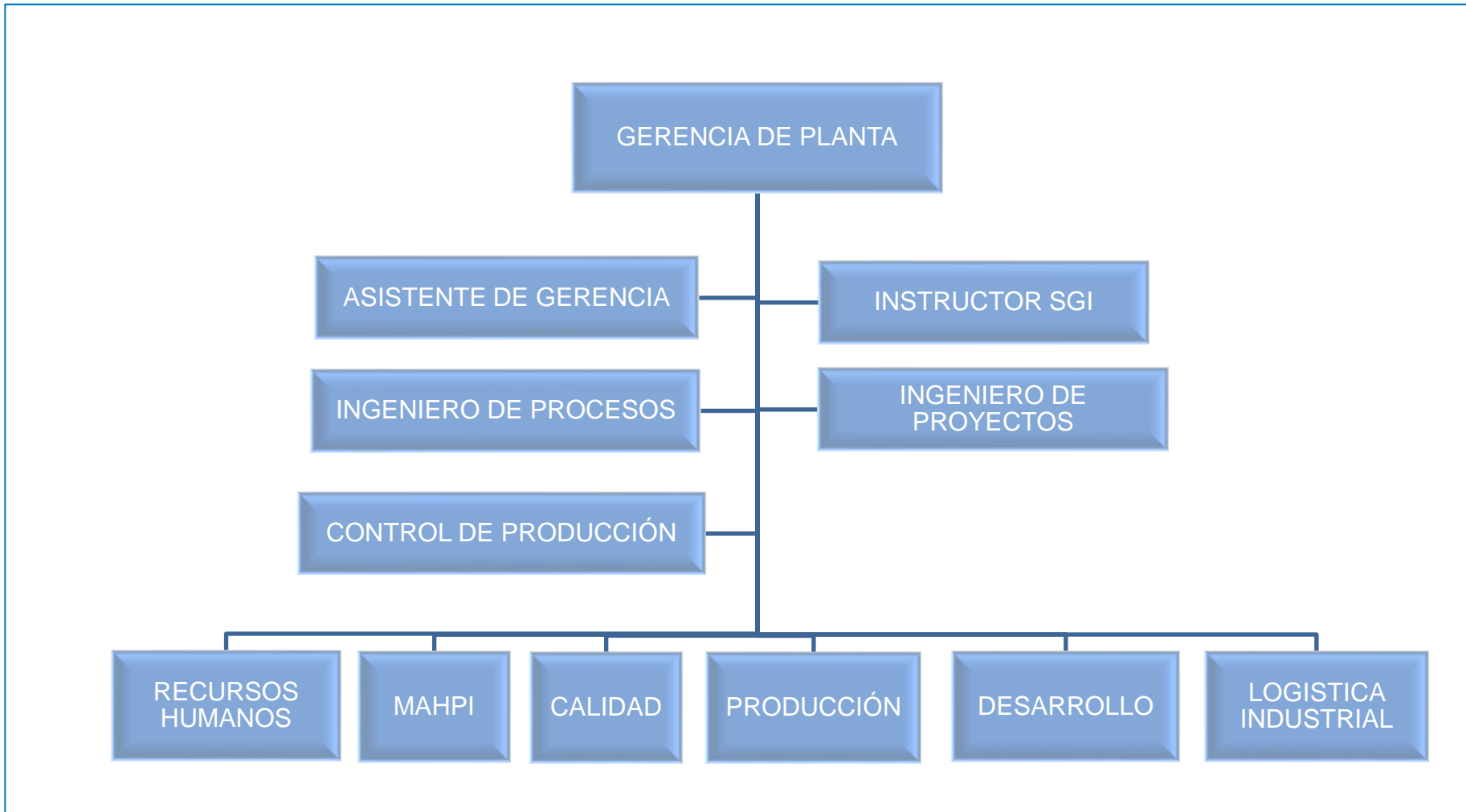


Figura 6. Organigrama del área de planta

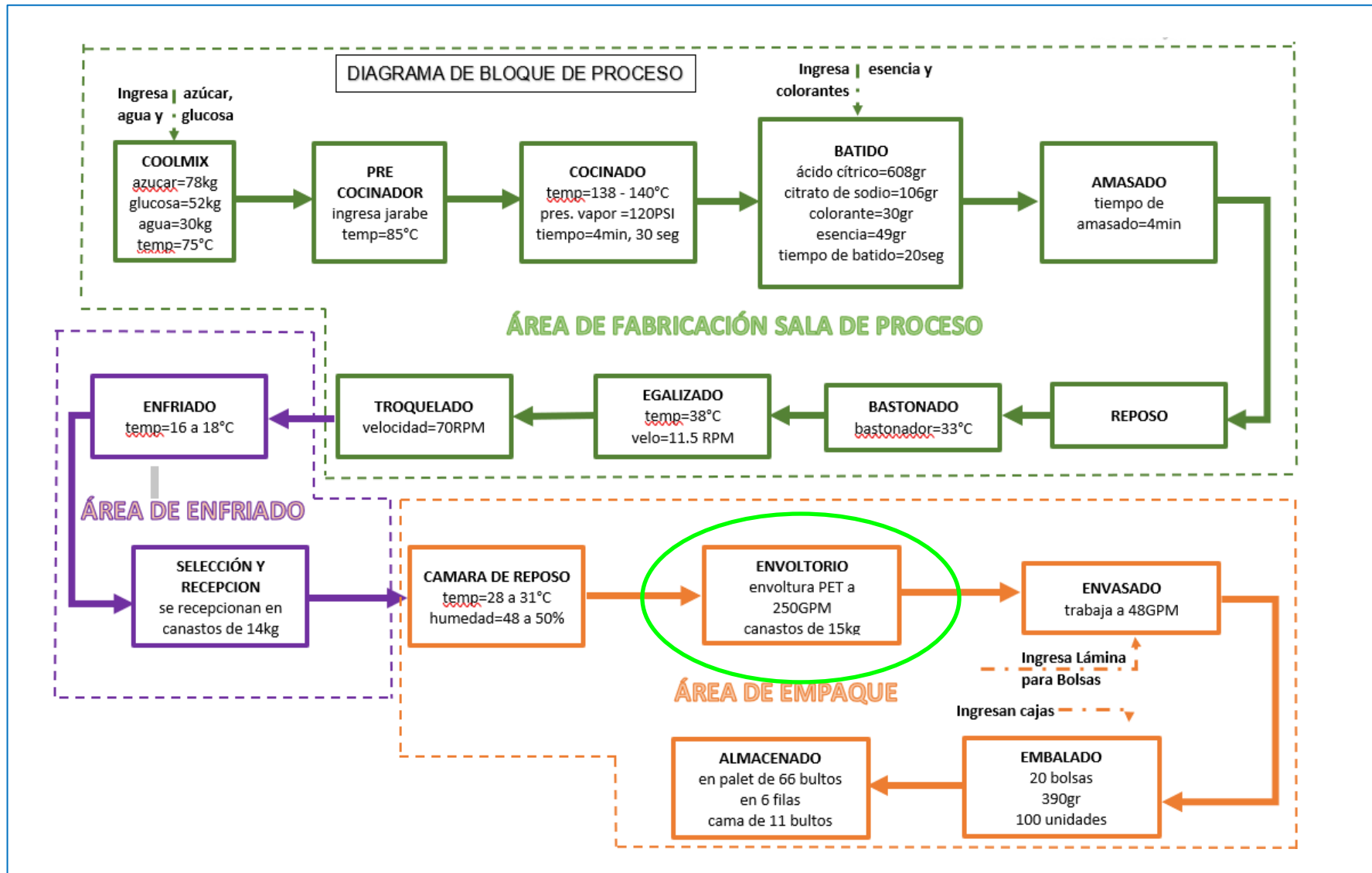


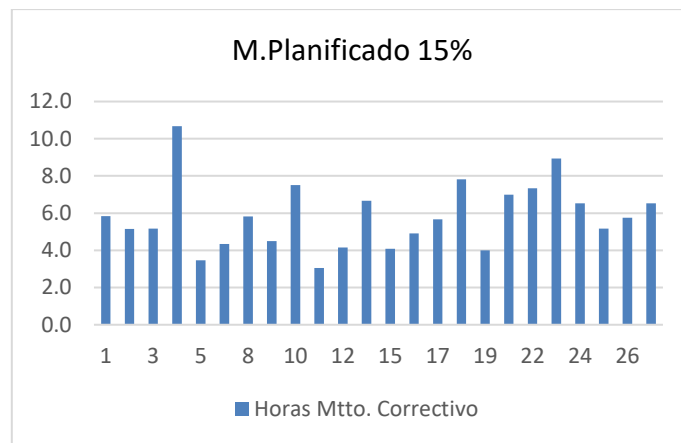
Figura 7. Diagrama de bloques del proceso



**Datos pre test – Variable independiente.**

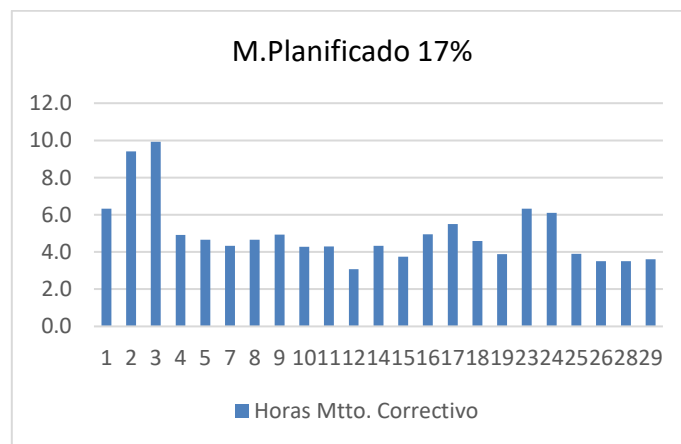
**Dimensión:** Mantenimiento planificado.

Según la fórmula de la dimensión, para calcular el porcentaje de mantenimiento planificado, es necesario primero calcular las horas diarias de mantenimiento correctivo. Luego de ello, se aplicó la fórmula y se obtuvo el porcentaje mensual del mantenimiento planificado. La empresa considera el mantenimiento planificado solo los días domingos (No laborable, maquina sin funcionamiento). Los datos fueron recopilados de los meses de febrero, marzo y abril del año 2022.



*Figura 8.* Mantenimiento planificado – febrero 2022.

Según la gráfica 8, del total de horas de Mtto. solo el 15% es mantenimiento planificado.



*Figura 9.* Mantenimiento planificado – marzo 2022.

Según la gráfica 9, del total de horas de Mtto. solo el 17% es mantenimiento planificado.

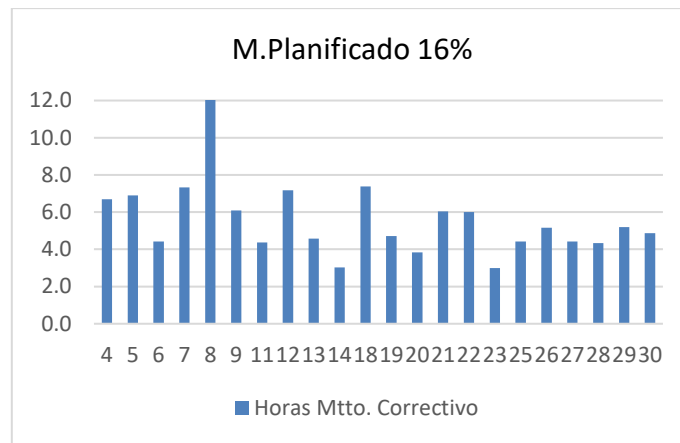


Figura 10. Mantenimiento planificado – abril 2022.

Según la gráfica 10, del total de horas de Mtto. solo el 16% es mantenimiento planificado.

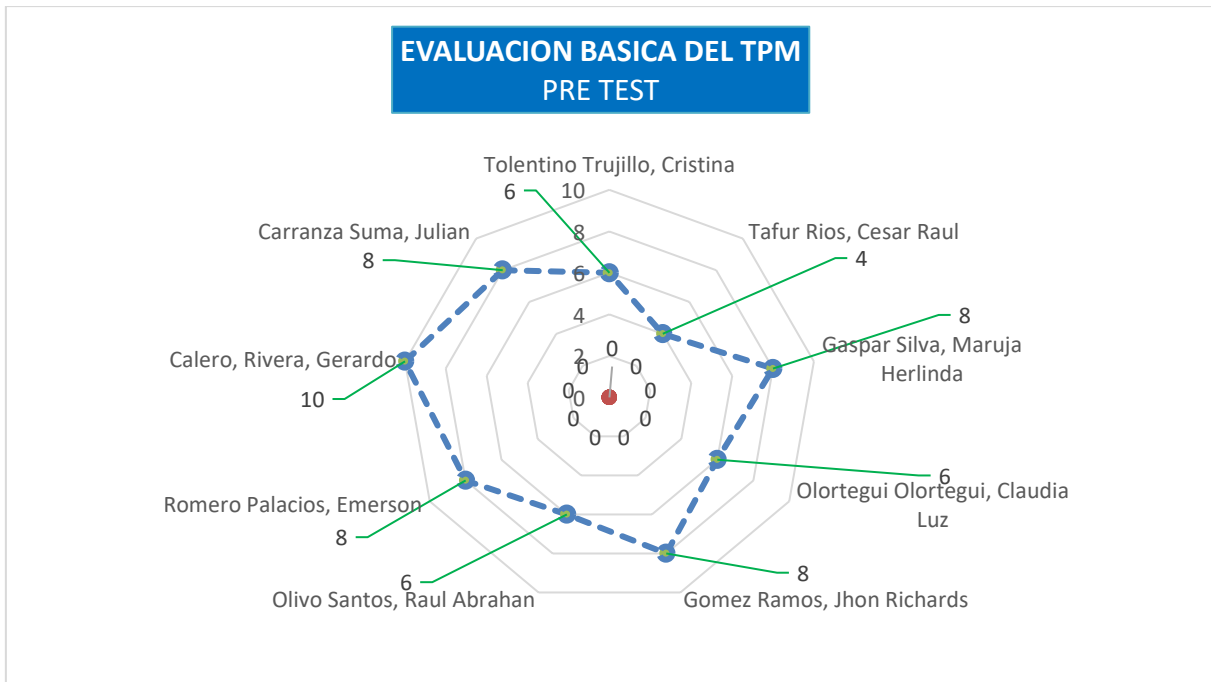
**Dimensión:** Capacitación.

La evaluación se realizó antes de la implementación de la herramienta, con el objetivo de evaluar los conocimientos básicos del TPM.

Tabla 9. Reporte de personal evaluado, pre datos

Evaluación básica de conocimiento de TPM					
N°	Apellidos y nombres	Modalidad	Puesto	Turno	Puntaje
	Luis Vicente, Víctor Manuel		Evaluador - jefe		
	Jara Claudio, Oswaldo		Evaluador - Supervisor		
1	Tolentino Trujillo, Cristina	Presencial	Operario 1	A	6
2	Tafur Ríos, Cesar Raúl	Presencial	Operario 2	A	4
3	Gaspar Silva, Maruja Herlinda	Presencial	Operario 3	A	8
4	Olortegui Olortegui, Claudia Luz	Presencial	Operario 1	B	6
5	Gómez Ramos, Jhon Richards	Presencial	Operario 2	B	8
6	Olivo Santos, Raúl Abrahán	Presencial	Operario 3	B	6
7	Romero Palacios, Emerson	Presencial	Operario 1	C	8
8	Calero, Rivera, Gerardo	Presencial	Operario 2	C	10
9	Carranza Suma, Julián	Presencial	Operario 3	C	8
<b>Promedio de nota</b>					<b>7.1</b>

Fuente: elaboración propia



*Figura 11. Evaluación básica de TPM.*

La encuesta se realizó de manera presencial a todos los trabajadores de la línea de caramelos duros de los 3 turnos, donde se evidencio el poco conocimiento con respecto a la herramienta del TPM, se obtuvo una nota promedio de 7.1.

En esta primera etapa solo se está considerando la nota inicial de cada uno de los trabajadores, posterior a la capacitación de la herramienta TPM, se espera tener nuevos resultados y aplicar con el ello la efectividad de aprendizaje.

Para implementar la mejora del Mantenimiento Productivo Total (TPM) es buscar que los colaboradores realicen actividades de mantenimiento y producción en forma paralelas, es decir, el operario sea responsable del equipo. Se busca que, en base a las capacitaciones el operario pueda ser autónomo con respecto al mantenimiento de sus máquinas.

**Variable independiente.**

**Disponibilidad.**

Los datos que se muestran son de los meses de febrero, marzo y abril del 2022, los datos corresponde a la máquina N° 3 de la línea de caramelos duros.

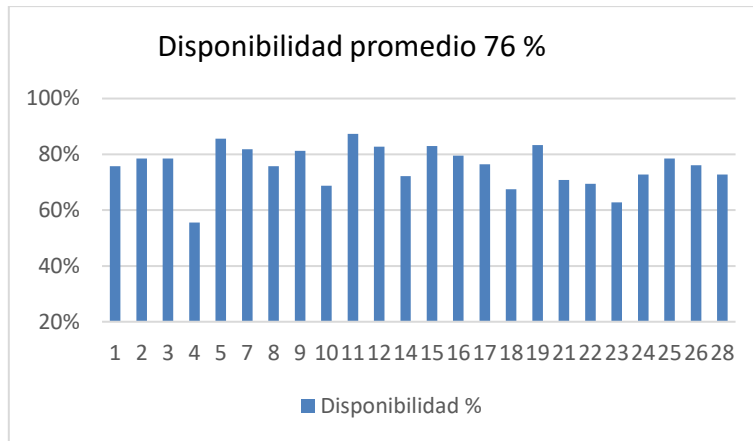


Figura 12. Disponibilidad de máquina – febrero 2022.

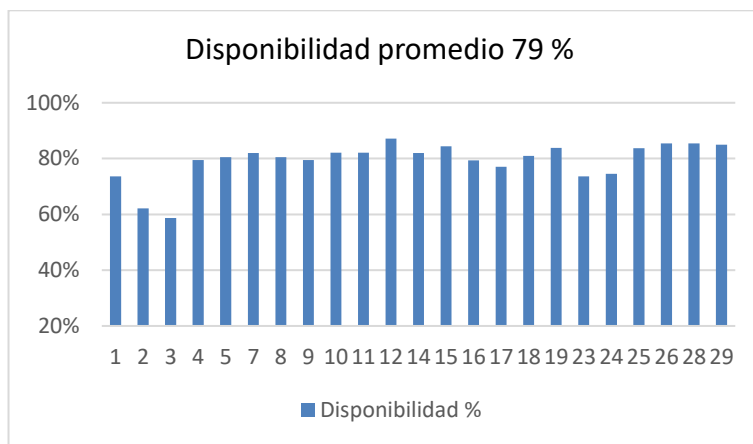


Figura 13. Disponibilidad de máquina – marzo 2022.

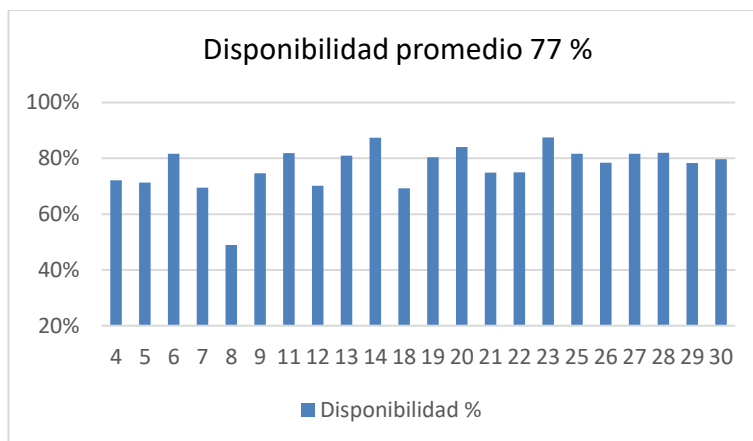


Figura 14. Disponibilidad de máquina – abril 2022.

Como conclusión, analizando los gráficos de la disponibilidad de la máquina N°3 de la línea de caramelos duros, se tiene una disponibilidad promedio (febrero, marzo y abril) de 77%. El objetivo de la empresa es poder llegar a una disponibilidad mínima de 85%.

**Dimensión:** Fiabilidad y mantenibilidad.

Los datos que se muestran son de los meses de febrero, marzo y abril del 2022, los datos corresponde a la máquina N° 3 de la línea de caramelos duros.

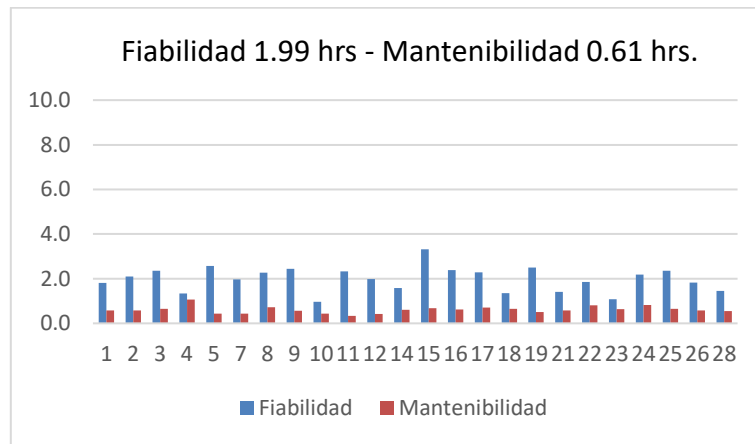


Figura 15. Fiabilidad y Mantenibilidad pre datos – febrero

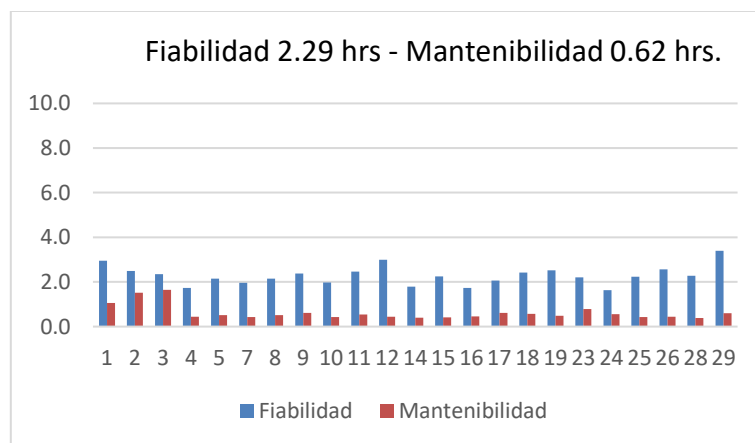


Figura 16. Fiabilidad y Mantenibilidad pre datos – marzo

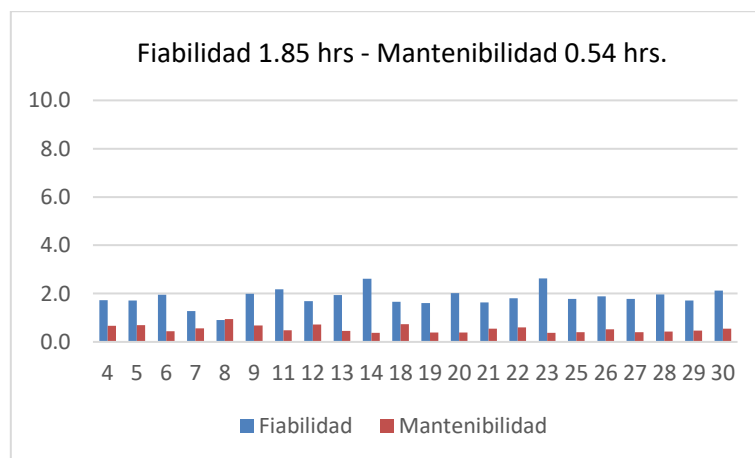


Figura 17. Fiabilidad y Mantenibilidad pre datos - abril

Como conclusión, analizando los gráficos de fiabilidad y mantenibilidad de la máquina N°3 de la línea de caramelos duros, se tiene como promedio los siguientes datos, 2.04 horas de fiabilidad y 0.59 horas mantenibilidad.

### Implementación del TPM.

El presente contenido, muestra las fases de la implementación del TPM.

Tabla 10. *Cronograma de implementación del TPM.*

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM -2022												
Fases	MAYO				JUNIO				JULIO			
	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28
Decisión de la gerencia	■											
Información de la implementación del TPM.		■										
Estructura promocional.			■									
Inicio formal del TPM				■								
Formación y capacitación					■	■						
Mejoras enfocadas							■	■				
Desarrollo del mantenimiento autónomo									■	■		
Desarrollo del mantenimiento planificado											■	■

Fuente: elaboración propia

### 1. Decisión de la gerencia

Se explico los beneficios que traería a esta organización la implementación del TPM, la importancia que tiene para mejorar la disponibilidad, prolongar la vida útil de los equipos y maximizar la productividad. Luego de la aprobación por parte del gerente, se designó al jefe del área de manteamiento como el supervisor principal de la implementación y en conjunto con el personal de área ser los encargados de elaborar el desarrollo de la implementación del TPM.

### 2.- Información de la implementación del TPM.

Luego de haber sido aprobada la implementación del TPM en la máquina N°3 de la línea de caramelos duros, en la zona de empaque. El área de mantenimiento tuvo la responsabilidad de informar al conjunto de colaboradores de las diferentes áreas de planta. Se realizó una reunión con los lideres de cada turno y los jefes de las distintas áreas para detallar la importancia y los benéficos que traería dicha implementación.

En la reunión se indicó cuáles serían los objetivos planteados con la implementación.

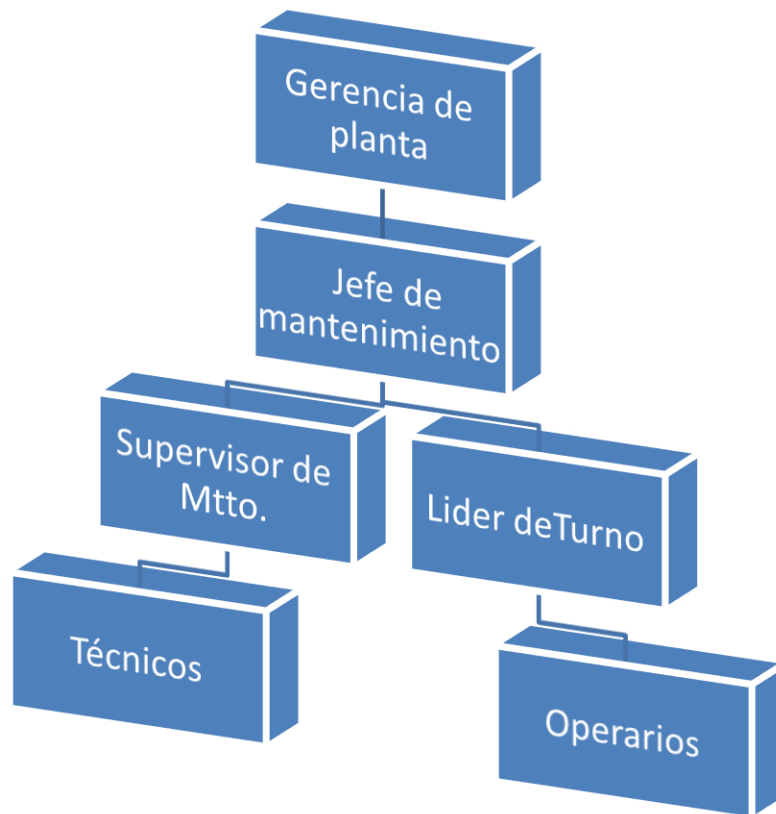
- Aumentar la disponibilidad de máquina.
- Maximizar la fiabilidad de la máquina.
- Prolongar el tiempo de vida de las máquinas.
- Disminuir la cantidad de paradas de máquina.
- Lograr que el personal operativo sea autónomo con el mantenimiento de las máquinas.



*Figura 18.* Reunión de presentación del TPM.

### **3.- Estructura promocional.**

En esta fase se seleccionó a los colaboradores que conformaran el comité de implementación. Seguido, se muestra el comité de desarrollo de la implementación.



*Figura 19. Comité de desarrollo de TPM.*

**Gerente de planta:**

Es el líder principal que está encargado de llevar a cabo la implementación junto con el área de mantenimiento y hacer cumplir los objetivos y metas.

**Funciones.**

- Evaluar los beneficios que traería la implementación.
- Dar seguimiento y garantizar que se cumpla lo dispuesto en las reuniones.
- Determinar nuevos y/o mejorar los objetivos.
- Ser participé constante en la nueva herramienta implantada.

**Jefe de mantenimiento**

Es la persona guía que, en base a su conocimientos y experiencia en TPM, facilita y orienta a cumplir los objetivos.

**Funciones.**

- Brindar reportes constantes del avance de la implementación a la gerencia.
- Realizar reuniones con el comité de desarrollo.
- Brindar apoyo técnico y teóricos a toda la organización.



## Supervisor de mantenimiento

Es el encargado de supervisar los avances del desarrollo de la implementación.

### Funciones.

- Reportar cualquier incidente sucedido.
- Realizar reportes diarios del avance de la implementación.
- Garantizar que se respete lo dispuesto en el cronograma.
- Tener una comunicación fluida y constante con el líder de turno.

### Líder de turno.

Es la persona encargada de recopilar información IN SITU, en base a los reportes y comentario de los operadores.

### Funciones.

- Realizar reportes de ocurrencias anormales en las máquinas.
- Realizar un historial de la máquina.
- Dar seguimiento a todos los operarios de los 3 turnos.
- Tener una comunicación fluida y constante con el supervisor de mantenimiento.

## 4.- Inicio formal del TPM

El inicio formal de la implementación se basó en anunciar a todos los colaboradores de la organización de las distintas áreas y a través de afiches publicitarios dentro de la empresa, en ello se mostró los beneficios que traería dicha implementación y también los datos recopilados (pre test).

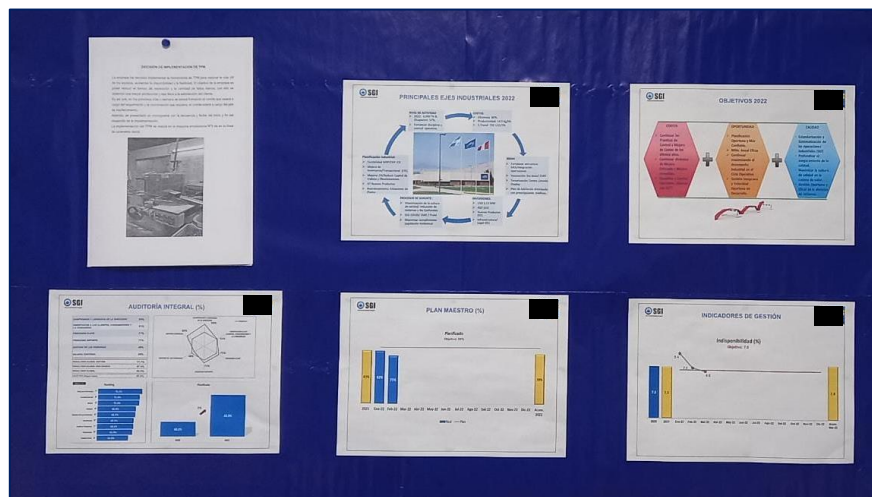


Figura 20. Anuncio de la implementación del TPM.



Figura 21. Anuncio de los resultados pre test

### Evaluación antes de la implementación.

En esta etapa se realizó una evaluación de conocimientos básicos con respecto a la herramienta TPM. Participaron todos los colaboradores de los 3 turnos de la línea de caramelos duros, el resultado de la evaluación no fue favorable, se evidencio un bajo cocimiento de la herramienta.

REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA						
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL		RUC	DIRECCIÓN (Distrito, ciudad, departamento, provincia)	ACTIVIDAD ECONOMICA	N° TRABAJADORES DE CENTRO LABORAL	
Arauco de Paico S.A.		297038888	Av. Quilicura, Paico N. 2011, San Martín, provincia de Tumbes, Tumbes, Paico, Tumbes, Paico, Tumbes, Paico	Industria, comercialización	gobierno	
INDICADORES						
4	5	6	7	8	9	10
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO DE EMERGENCIA			
11 TEMA: <i>Conocimientos Básicos de TPM</i>						
12 FECHA:						
13 NOMBRE DEL CAPACITADOR: <i>William Carlos Aguayo</i>				14 FIRMA DEL CAPACITADOR: <i>[Firma]</i>		
15 N° HORAS		16 HORAS INICIALES		17 HORAS TERMINALES		
18	19	20	21	22	23	24
CÓDIGO DE TRABAJADOR	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS		N° ONI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
01	<i>Zara Claudio Oswaldo</i>		<i>4052067</i>	<i>Prod.</i>	<i>[Firma]</i>	
02	<i>Gaspero Selva Marjya</i>		<i>514362938</i>	<i>Empaque</i>	<i>[Firma]</i>	
03	<i>Bonifacio Juan</i>		<i>97304305</i>	<i>Empaque</i>	<i>[Firma]</i>	
04	<i>Javier Luis Alar</i>		<i>4169762</i>	<i>Empaque</i>	<i>[Firma]</i>	
05	<i>Johannes Trujillo Quintana</i>		<i>72856133</i>	<i>Empaque</i>	<i>[Firma]</i>	
06	<i>Selma Cecilia S.</i>		<i>1198794</i>	<i>II</i>	<i>[Firma]</i>	
07	<i>Pomero Palacios Emerson</i>		<i>41618236</i>	<i>Empaque</i>	<i>[Firma]</i>	
08	<i>Diego Santos Ruiz</i>		<i>42254423</i>	<i>Empaque</i>	<i>[Firma]</i>	
09	<i>Clotem Chocón Claudia</i>		<i>4233766</i>	<i>Empaque</i>	<i>[Firma]</i>	
10	<i>Calcea Rivera Conza</i>		<i>16020492</i>	<i>Empaque</i>	<i>[Firma]</i>	
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Figura 22. Lista de personas evaluadas

## 5.- Formación y capacitación

Los trabajadores del área de mantenimiento y producción requieren conocimiento referente a esta doctrina, esta etapa sirve para conducir mejor a los equipos. Los involucrados para realizar capacitación son del área de mantenimiento, la capacitación estará a cargo del ingeniero supervisor de mantenimiento de planta Chancay, tiene un programa de capacitación que se está focalizado más a los problemas encontrado en la empresa, las capacitaciones tienen que ser permanente a largo plazo, el incentivo de los trabajadores ayudara bastante para la implementación del TPM.

Los fundamentos de esta capacitación se basaron en el historial de problemas que se presentaron de manera constante, con las constantes capacitaciones los colaboradores tendrán nuevas culturas del cuidado de las máquinas, así mismo; obtendrán conocimientos básicos de mantenimiento y/o limpieza de sus propias máquinas.

Tabla 11. *Lista de temas de capacitación.*

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN									
N°	Apellidos y nombres	Conocimiento de TPM	Fecha	Pilares del TPM	Fecha	Mantenimiento Autonomo	Fecha	Regulación de cuchilla	Fecha
1	Jara Claudio, Oswaldo	X	03/06/2022	X	03/06/2022	X	07/06/2022	X	11/06/2022
2	Tolentino Trujillo, Cristina	X		X		X			
3	Tafur Rios, Cesar Raul	X		X		X			
4	Gaspar Silva, Maruja Herlinda	X		X		X			
5	Olortegui Olortegui, Claudia Luz	X		X		X			
6	Gomez Ramos, Jhon Richards	X		X		X			
7	Olivo Santos, Raul Abrahan	X		X		X			
8	Romero Palacios, Emerson	X		X		X			
9	Calero, Rivera, Gerardo	X		X		X			
10	Carranza Suma, Julian	X		X		X			

Fuente: elaboración propia

Las capacitaciones se realizaron en 3 días distintos, se tocaron temas básicos e importantes para el conocimiento de los colaboradores. La primera capacitación fue sobre los conocimientos de la herramienta TPM, para que los colaboradores puedan entender la importancia y la relevancia que tiene dicha herramienta en el mejoramiento global. La segunda capacitación fue sobre los pilares del TPM, para realizar un buen desarrollo de la implementación es necesario que todos los colaboradores principales puedan conocer ello y en base a eso poder realizar mejoras continuas. La tercera es el mantenimiento autónomo, se busca con esta capacitación que el personal sea autosuficiente en el mantenimiento básico de su máquina. La cuarta capacitación fue de la falla más recurrente y que toma mucho

tiempo en poner en marcha, al ser una falla muy constante y de fácil arreglo, es necesario que operador de la máquina sepa cómo actuar y resolver dicha falla.

A continuación, se muestra en la figura 23, se muestra las diapositivas de cada uno de las capacitaciones, las 3 primeras capacitaciones fueron teóricas (conocimiento de TPM, Pilares del TPM y el mantenimiento autónomo. La última capacitación regulación de cuchilla, esta capacitación se realizó de manera práctica.



Figura 23. Capacitaciones teóricas y practica



REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA					
VERSIÓN		CE0050			
1	2	3	4	5	
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RUC	DIRECCIÓN (Dirección, distrito, departamento, provincia)	ECONOMÍA	N° TRABAJADORES EN CENTRO LABORAL	
Acor de Perú S.A.	2019130888	Av. Guillermo Prisco N° 222 - 2do. Nivel - Lima Linea Paramétrica - Lima - Av. Chiriqui - Huancayo	Fabricación, comercialización plásticos		
MARCAR X					
6	7	8	9		
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO DE EMERGENCIA		
10	TEMA: Conocimientos Básicos de TPM				
11	FECHA: 03-06-2022				
12	NOMBRE DEL CAPACITADOR: William Carlos Ayiza		13	FIRMA DEL CAPACITADOR	
14	15	16	17	18	
N° HORAS	HORA INICIO	HORA TERMINO			
17	18	19	20	21	22
CÓDIGO DE TRABAJADOR	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	N° DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
01	Jara Claudia Osvaldo	40520617	Prod.	[Firma]	
02	Gospar Silva Mariya	44562938	Empaque	[Firma]	
03	Gonzales Juan	42854225	Empaque	[Firma]	
04	Talvar Ríos Cesar	41697162	Empaque	[Firma]	
05	Talantino Injillo Cristina	72856738	Empaque	[Firma]	
06	Julian Alvarez S.	1198794	11	[Firma]	
07	Pomero Palacios Emilson	31648236	Empaque	[Firma]	
08	Olivio Santos Raul	42237423	Empaque	[Firma]	
09	Chavez Obispo Claudia	42337466	Empaque	[Firma]	
10	Calca Rivera Corana	16202493	Empaque	[Firma]	

REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA					
VERSIÓN		CE0050			
1	2	3	4	5	
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RUC	DIRECCIÓN (Dirección, distrito, departamento, provincia)	ECONOMÍA	N° TRABAJADORES EN CENTRO LABORAL	
Acor de Perú S.A.	2019130888	Av. Guillermo Prisco N° 222 - 2do. Nivel - Lima Linea Paramétrica - Lima - Av. Chiriqui - Huancayo	Fabricación, comercialización plásticos		
MARCAR X					
6	7	8	9		
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO DE EMERGENCIA		
10	TEMA: Mantenimiento autonero				
11	FECHA: 07/06/2022				
12	NOMBRE DEL CAPACITADOR: Juan Carlos Blatqui		13	FIRMA DEL CAPACITADOR	
14	15	16	17	18	
N° HORAS	HORA INICIO	HORA TERMINO			
17	18	19	20	21	22
CÓDIGO DE TRABAJADOR	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	N° DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
01	Jara Claudia Osvaldo	40520617	Prod.	[Firma]	
02	Gospar Silva Mariya	44562938	Empaque	[Firma]	
03	Gonzales Juan	42854225	Empaque	[Firma]	
04	Talvar Ríos Cesar	41697162	Empaque	[Firma]	
05	Talantino Injillo Cristina	72856738	Empaque	[Firma]	
06	Julian Alvarez S.	1198794	11	[Firma]	
07	Pomero Palacios Emilson	31648236	Empaque	[Firma]	
08	Olivio Santos Raul	42237423	Empaque	[Firma]	
09	Chavez Obispo Claudia	42337466	Empaque	[Firma]	
10	Calca Rivera Corana	16202493	Empaque	[Firma]	

REGISTRO DE INDUCCIÓN, CAPACITACIÓN, ENTRENAMIENTO Y SIMULACROS DE EMERGENCIA					
VERSIÓN		CE0050			
1	2	3	4	5	
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RUC	DIRECCIÓN (Dirección, distrito, departamento, provincia)	ECONOMÍA	N° TRABAJADORES EN CENTRO LABORAL	
Acor de Perú S.A.	2019130888	Av. Guillermo Prisco N° 222 - 2do. Nivel - Lima Linea Paramétrica - Lima - Av. Chiriqui - Huancayo	Fabricación, comercialización plásticos		
MARCAR X					
6	7	8	9		
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO DE EMERGENCIA		
10	TEMA: Regulación de Cochilla y Contra Cochilla				
11	FECHA: 11/06/2022				
12	NOMBRE DEL CAPACITADOR: Juan Carlos Blatqui		13	FIRMA DEL CAPACITADOR	
14	15	16	17	18	
N° HORAS	HORA INICIO	HORA TERMINO			
17	18	19	20	21	22
CÓDIGO DE TRABAJADOR	APELLIDOS Y NOMBRES DE LOS CAPACITADOS	N° DNI	ÁREA	FIRMA	OBSERVACIONES
01	Jara Claudia Osvaldo	40520617	Prod.	[Firma]	
02	Gospar Silva Mariya	44562938	Empaque	[Firma]	
03	Talvar Ríos Cesar	41697162	Empaque	[Firma]	
04	Gonzales Juan	42854225	Empaque	[Firma]	
05	Talantino Injillo Cristina	72856738	Empaque	[Firma]	
06	Julian Alvarez S.	1198794	11	[Firma]	
07	Pomero Palacios Emilson	31648236	Empaque	[Firma]	
08	Olivio Santos Raul	42237423	Empaque	[Firma]	
09	Chavez Obispo Claudia	42337466	Empaque	[Firma]	
10	Calca Rivera Corana	16202493	Empaque	[Firma]	

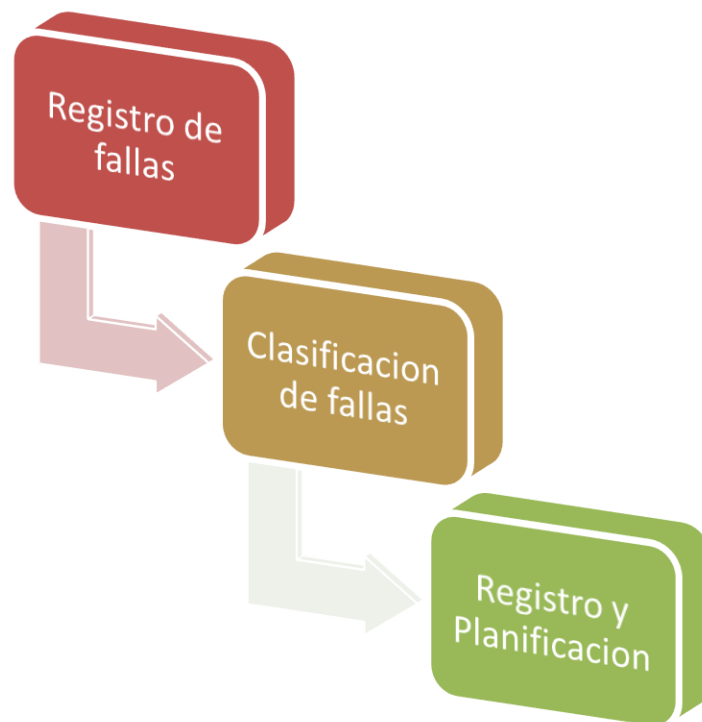
Figura 24. Registro de evaluación post capacitación

**Evaluación posterior a la capacitación.**

En esta etapa se evaluó a los mismos colaboradores de los 3 turnos de la línea de caramelos duros, donde se evidencio un incremento en la efectividad de aprendizaje, el objetivo es que el personal sea más autónomo y eso se obtendrá con futuras capacitaciones y especialización por parte del área de mantenimiento y por el propio fabricante de los equipos.

## 6.- Mejoras enfocadas

Previo a la implementación del TPM, las fallas de la maquina eran registradas de manera manual y física, donde se consideraba las fallas puntuales sin mayor detalle, es así que se implementó un reporte de fallas más completo donde el operador y el personal de mantenimiento pueda registrar todo lo acontecido. Además, se implementó un registro de falla digital, donde se registra los datos recogidos de los registros físicos y se comparte con todo el personal involucrado para poder ser revisado de manera simultánea. El objetivo de la empresa es poder clasificar y dar prioridad a las fallas de mayor recurrencia y de mayor gravedad. La secuencia de registro de fallas es el siguiente.



*Figura 25. Secuencia de registro de fallas*

### 1. Registro de fallas.

El registro de fallas se realiza en el reporte de fallas establecido por la empresa, luego de ello se llena en una base de datos digital.

### 2. Clasificación de fallas.

En esta etapa se clasifica las fallas de acuerdo al nivel, leve, grave y muy grave, después de ello se selecciona las fallas muy graves y la que tiene mayor recurrencia.

### 3. Registro y planificación.

Luego de haber sido clasificado según lo establecido por el área de mantenimiento, se ingresa en una base de datos para poder ser resuelto en menor tiempo posible o ser programado para un mantenimiento planificado.

Tabla 12. *Ficha de recolección de datos*

<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>				
Fecha				
N°	Máquina	Hora de inicio	Hora de término	FALLAS
1				
2				
3				
4				
5				
<b>Responsable del registro</b>				
Técnico <u>o</u> Operador				
Supervisor				
Observaciones				

Fuente: elaboración propia

La ficha de recolección de datos se utiliza cada vez que se presenta alguna falla o parada de máquina, el objetivo es poder tener un mayor control y conocimiento de los tipos de falla. Anteriormente existía un formato más básico, en esta nueva actualización de la ficha se incluyó datos relevantes que serviría para rellenar nuestra base de datos digital.



Tabla 13. Registro de fallas digital

Momentos Mágicos														
Fecha	Mes	Turno	Turno Completado o Incompleto?	Sector de Producción	Operador	Legajo del Operador (RRLH/L)	Máquina	Descripción	Cantidad Meta 3 Hoja Ruta	Cantidad Producida (Emvasada Hoja)	Eficiencia (E1) - Hoja Ruta	Eficiencia (E2) - Cumplimiento	Scrap Real (E3)	Observaciones
19/02/22	Abril	A	Completo	Capacidad	Olonega/Olonega/Claudia Luz	567196	5	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	426.44	88.82%	78%	3.90%	Parada por producto defectuoso (2) Cambio de bobinas (10) Limpieza de media luna, carter y rolos (19) Se traba papel (19) Limpieza (19)
19/02/22	Abril	B	Completo	Capacidad	Tolentino Trillo/Claudia Acuña	570227	5	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	451.36	21.86%	78%	5.93%	Parada por regulación de cuchillas y contra cuchilla, regulación de mesa, regulación de elevador, cambio de goma del elevador, regulación de rolos de goma gruesos (19) Parada por producto defectuoso (9) Cambio de bobinas (5) Se traba papel (19) Limpieza (19)
19/02/22	Abril	C	Completo	Capacidad	Rosca Cabanon/Argi Durazo	564756	Hapson	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	350.63	38.52%	78%	0.90%	Cambio de formato (2) Cambio de laminas (5)
19/02/22	Abril	A	Completo	Capacidad	Olonega/Olonega/Claudia Luz	567196	2	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	38.76	6.07%	78%	4.92%	Parada por falta de producto debido al arranque (8) Parada por regulación de cuchillas y contra cuchilla, regulación de caril, regulación de rolos, regulación de media luna, regulación de rolos de goma (9) Máquina traba a su velocidad baja (27) Parada por producto defectuoso (19) Cambio de laminas (5) Se traba papel (19) Limpieza (19)
19/02/22	Abril	B	Completo	Capacidad	Tolentino Trillo/Claudia Acuña	570227	5	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	239.68	5.08%	78%	5.93%	Parada por falta de producto debido al arranque (8) Parada por cambio y regulación de cuchillas y contra cuchilla, se avienta filo de cuchilla, se cambia pieza lado exterior, regulación de mesa (7) Parada por producto defectuoso (9) Limpieza (9)
19/02/22	Abril	C	Completo	Capacidad	Rosca Cabanon/Argi Durazo	564756	Hapson	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	772.28	95.80%	78%	0.90%	Cambio de producto (9) Limpieza y calibración de rolos (7)
19/02/22	Abril	A	Completo	Capacidad	Olonega/Olonega/Claudia Luz	567196	Hapson	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	354.72	29.36%	78%	0.90%	Arranque de turno (1) Cambio de laminas (5) Limpieza y calibración de rolos (7)
19/02/22	Abril	B	Completo	Capacidad	Tolentino Trillo/Claudia Acuña	570227	2	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	206.64	55.89%	78%	3.93%	Parada por cambio y regulación de cuchillas y contra cuchilla (2) Máquina traba a su velocidad baja (27) Parada por producto defectuoso (19) Cambio de bobinas (19) Limpieza de media luna, carter y rolos (19) Se traba papel (19) Parada por falta de producto (9) Limpieza (9)
19/02/22	Abril	C	Completo	Capacidad	Rosca Cabanon/Argi Durazo	564756	Hapson	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	1068.83	224.57%	78%	0.90%	Cambio de producto (9) Cambio de laminas (5) Limpieza y calibración de rolos (7)
19/02/22	Abril	A	Completo	Capacidad	Olonega/Olonega/Claudia Luz	567196	Hapson	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	1372.83	283.32%	78%	0.90%	Parada por problemas con la moneda, regulación de micromedidas, alineamiento, regulación de aje (16)
19/02/22	Abril	B	Completo	Capacidad	Tolentino Trillo/Claudia Acuña	570227	Hapson	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	146.80	19.08%	78%	0.90%	Cambio de producto (9)
19/02/22	Abril	C	Completo	Capacidad	Rosca Cabanon/Argi Durazo	564756	Hapson	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	169.83	29.89%	78%	0.90%	Arranque de turno (1) Cambio de laminas (5) Limpieza y calibración de rolos (7)
19/02/22	May	A	Completo	Capacidad	Olonega/Olonega/Claudia Luz	567196	Hapson	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	411.83	85.32%	78%	0.90%	Arranque de turno (5)
19/02/22	Abril	B	Completo	Capacidad	Tolentino Trillo/Claudia Acuña	570227	Hapson	LMON AFPCOR 200 x 300g x 100g	480.00	745.08	95.93%	78%	0.90%	Cambio de producto (9)

Fuente: elaboración propia

Este registro de fallas digital se rellena en base a la ficha de recolección física, el objetivo de este nuevo registro es poder compartir con todas las áreas responsables y puedan ser visualizado en tiempo real, con ello se tendrá un mayor control y seguimiento.

## 7. Desarrollo del mantenimiento autónomo

Esta es una de las fases más fundamental en el desarrollo de nuestra implementación que es el TPM, puesto que, el mantenimiento evita un desgaste acelerado de los equipos, con ello se busca mejorar la vida útil, así mismo; reducir el índice de accidentes.

En cada cambio de turno es necesario aplicar los llenados de check list, donde el operario tendrá un tiempo de 10 minutos para realizar el llenado de estos, los formatos serán verificado por el supervisor del área de mantenimiento encargado de la implementación del TPM.

Se implementó los siguientes formatos:

### Formato de monitoreo diario.

Este formato se mejoró incluyendo parámetros y datos importantes a considerar, el llenado del registró se realiza cada 2 horas, en los 3 turnos. El objetivo es que el operador supervise y conozca los puntos de control y los parámetros a considerar.

Tabla 14. Registro de monitoreo diario.


REGISTRO DE MONITOREO DIARIO																	
EMPAQUE																	
APLICACIÓN		ENVOLVEDORA DE CAMELOS DOBLE TWIST N° 3				CODIGO		RM/PROD/SGI024									
ESPECIFICACIONES		ING. PROC. PARA ENVOLVEDORAS DE CAMELOS DOBLE TWIST				EDICIÓN		1									
RESPONSABLE		OPERADOR DE LA ENVOLVEDORA				Actualizado		Oct-22		PAG.		1 de 1					
CONTROLAR		CADA 2 HORAS POR TURNO				TURNOS											
FECHA						A		B		C							
/ /		NOMBRE DEL OPERADOR DE TURNO				NOCHE		MANANA		TARDE							
	PUNTOS DE CONTROL	PARAMETROS				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Envolvedora	Partes mecánicas en buen estado, limpio y sin resto de caramelos o impurezas.															
2	Vibrador	Alimentación constante de caramelos															
3	Rodillos y freno	Rodillos y freno limpio															
4	Envoltura	Alimentación constante de la envoltura															
5	Regulador de Bobina	Envoltura Centrada															
6	Retorcido de la envoltura	Retorcido Correcto															
7	Sabor del caramelo	Sabor característico															
8	Calce de la impresión	Impresión Centrada															
9	Peso del Caramelo	Según Hoja de Parámetros															
10	Tamaño de corte de la envoltura ± 1 mm	BASTÓN 4,2 g		58 mm													
		BASTÓN 3,3g		52 mm													
		BASTÓN 3,9 g		58 mm													
		BOLA 5,0 g		70 mm													
		GAJO 3,9 g		57 mm													
		GAJO 4,2 g		57 mm													
		OVALADO 2,0 g		52 mm													
		OVALADO 3,6 g		64 mm													
		OVALADO 4,0 g		65 mm													
		OVALADO 4,2 g		65 mm													
		OVALADO 5,0g CHOCOLATE		68 mm													
		OVALADO 5,6 g CHOCOLATE		69 mm													
		OVALADO 6,2 g CHOCOLATE		69 mm													
		OVALADO 5,0 g MIEL DE ABEJA		62 mm													
OVALADO 6,2 g MIEL DE ABEJA		69 mm															
RUEDA 3,3 g		65 mm															
RUEDA 2,5g		62 mm															
RUEDA 3,6 g		65 mm															
11	SUPERVISIÓN	CONTROL DE CALIDAD															
		PRODUCCIÓN															
OBSERVACIONES		Para constatar datos ver Hoja de Control de Procesos y Plan de Muestreo , con respecto a los diversos parámetros estándar ver la Hoja de Parámetros , si algunos parámetros cambiarían, en este caso consultar con el líder de fabricación.															
INDICACIONES		CUMPLE		<input type="checkbox"/>	NO CUMPLE		<input type="checkbox"/>	NO SE OPERÓ		<input type="checkbox"/>							
OP. TURNO A		OP. TURNO B		OP. TURNO C		LIDER DE PRODUCCIÓN		LIDER DE PRODUCCIÓN		LIDER DE PRODUCCIÓN							

Fuente: elaboración propia

**Formato procedimiento arranque de producción.**

Este formato se implementó para garantizar un correcto uso de la máquina y con ello prolongar la vida útil de las máquinas, así mismo; el operario pueda ser autónomo en la verificación de los componentes y la limpieza de la misma, este formato será llenado solo al arranque de inicio de cada semana.

Tabla 15. *Procedimiento arranque de producción.*

PROCEDIMIENTO OPERATIVO Y ESTÁNDARES DE SEGURIDAD PREVIAS AL ARRANQUE DE PRODUCCIÓN					
<b>Línea:</b>	<b>Elaborado Por:</b>	<b>Aprobado Por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Página:</b>	
EMPAQUE DE CARAMELOS	Victor Herrera M.	Nolber Rodriguez	15/06/2022	1 de 1	
<b>Objetivo:</b>	Mejorar y estandarizar las operaciones previas al arranque de producción.			<b>Responsables:</b>	
<b>Descripción:</b>	El presente formato describe el procedimiento con las operaciones a realizar.			Jefes, supervisores, líderes y operarios de producción.	
INSPECCION DE ARRANQUE					
MÁQUINA ENVOLVEDORA DOBLE TWIST -ENV-003			MES		
1	Verificar que botoneras y selectores de tab. comando funcione correctamente(Selector gral, encendido, punteo, parada emergencia, vibrador).				
2	Verificar que rodillo y freno se encuentren limpios y calibrados.				
3	Verificar que válvulas de ingreso de aire esté abierto y correctamente regulado.				
4	Verificar retorcido de envolvedora.				
5	Verificar encendido de vibrador en tablero comando y que tolva esté limpio y libre de material extraño.				
6	Verificar que resortes y goma de acompañadores se encuentren en buen estado(sin desgaste).				
7	Verificar que se coloque el molde adecuado según producto.				
8	Abrir máquina y verificar que cuchilla y contracuchilla se encuentren en buen estado(con filo, bien colocado).				
9	Abrir máquina y verificar que acoples se encuentren sin desgaste y encajen perfectamente.				
10	Verificar encendido y correcto funcionamiento de fotocelda y que rodillos jalen papel.				
11	Verificar que parámetros(velocidad, temperatura, etc) sean los adecuados según estándar.				
<b>SEMANAS</b>					
<b>RESPONSABLE</b>					
<b>FIRMA</b>	V°B°	V°B°	V°B°	V°B°	V°B°
<b>Observaciones:</b>					

Fuente: elaboración propia

**Formato estándares de seguridad.**

Este formato se implementó con el apoyo del área seguridad, la meta es cuidar la vida e integridad de todos los operarios. Este formato funciona como un check list de seguridad y debe ser rellenado por el operario de cada turno, si al momento de realizar la inspección se encuentra alguna falla o algún equipo sin su debida protección, el operador deberá marcar con una X dentro del cuadro que corresponda, con ello se deberá informar al área de mantenimiento. Se debe tener en consideración que la maquina no puede ser puesto en marcha si el problema no haya sido resuelto.

Tabla 16. *Formato estándar de seguridad*

ESTÁNDARES DE SEGURIDAD LÍNEA DE CAMELOS - EMPAQUE - ENVOLVEDORA # 03																																																					
ESTÁNDAR DE SEGURIDAD	DISPOSITIVO	LUNES				MARTES				MIÉRCOLES				JUEVES				VIERNES				SÁBADO																															
		A	B	C	N	D	A	B	C	N	D	A	B	C	N	D	A	B	C	N	D	A	B	C	N	D																											
<b>PROTECCIONES</b>	Protección en buenas condiciones al inicio del turno. Si la respuesta es "NO", <b>DETENER EL EQUIPO</b> , comunicar a mantenimiento y generar <b>Tarjeta de Susto</b>	Plato y Campana																																																			
		Motor y Faja																																																			
		Motor del Vibrador																																																			
		Estrella Retorcedora																																																			
		Puesta a Tierra																																																			
<b>SENSOR DE SEGURIDAD</b>	Sensores o Switch de seguridad funcionando y en buenas condiciones al inicio del turno. Si la respuesta es "NO", <b>DETENER EL EQUIPO</b> , comunicar a mantenimiento y generar <b>Tarjeta de Susto</b>	Sensor de Traba Papel																																																			
		Switch General																																																			
<b>BOTONERAS DE EMERGENCIA</b>	Botoneras de parada de emergencia funcionando y en buenas condiciones al inicio del turno. Si la respuesta es "NO", <b>DETENER EL EQUIPO</b> , comunicar a mantenimiento y generar <b>Tarjeta de Susto</b>	Envolvedora																																																			
<b>OPERARIO RESPONSABLE DE TURNO NOMBRE Y APELLIDO (iniciales)</b>																																																					
Semana del: ___ al ___ de _____ de 20___		<b>FIRMA DE VALIDACIÓN POR PARTE DEL ÁREA DE MAHPI</b>																																																			
		<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIÉRCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>	<b>SÁBADO</b>																																														
		V°B°	V°B°	V°B°	V°B°	V°B°	V°B°																																														
<b>Observaciones:</b> _____																																																					

Fuente: elaboración propia



*Figura 26. Regulación del Operario*

### **Herramientas de mantenimiento.**

Lo que se busca y se quiere, es que los operarios sean autónomos de su propia máquina es por ello que se implementó un set de herramientas básicas para que el operario pueda realizar las labores de limpieza, regulación y el mantenimiento básico.



*Figura 27. Herramientas para maquina*

### **8. Desarrollo del mantenimiento planificado.**

La meta del mantenimiento programado es dar respuesta a la necesidad de mantener el equipo funcionando sin problemas. Todos los departamentos de la empresa deben prestar atención a cada plan de mantenimiento para controlar la coordinación de producción y mantenimiento. Cada paso tiene como objetivo mejorar el estado del equipo para evitar daños mayores.

Tabla 17. Plan mantenimiento planificado

EQUIPO	PARTES	ACTIVIDAD	DURACION	PERIODO	N° DE MANO DE OBRA	TIPO DE MANO DE OBRA	H.H. TOTALES	PIEZA O MATERIAL	HERRAMIENTAS Y EEPS
Maquina envolvedora # 003	Sistema de corte de envoltura	Cambio de cuchilla y contra cuchilla	30 minutos	Mensual	1	Mecanico o operador entrenado	0,5 horas cada mes	Cuchilla nueva	Llaves, guantes
	Cabezal revolver	Inspección y lubricación	120 minutos	Cada 2 meses	1	Mecanico	2 horas cada 2 mes	Grasa de grado alimenticio	Llaves, desarmadores y guantes
	Caja retorcedora	Cambio de pinzas	60 minutos	Cada 2 meses	1	Mecanico	1 horas cada 2 mes	Pinzas nuevas	Llaves, desarmadores, alicate de seguro seeger y guantes
	Cepillo de plato	Cambio de rodamiento	120 minutos	Cada 4 meses	1	Mecanico	2 horas cada 4 mes	Grasa de grado alimenticio	Llaves, desarmadores, extractor y guantes
	Tablero electrico	Limpieza con limpiador de contacto electrico	60 minutos	Cada 2 meses	1	Electricista	1 horas cada 2 mes	Limpia contacto paños de limpieza	Llaves, desarmadores, multímetro y guantes
	Sistema de neumático	Cambio de mangueras	30 minutos	Cada 3 meses	1	Mecanico o operador entrenado	0,5 horas cada 3 mes	Mangueras nuevas	Alicates, desarmador, guantes y lentes

Fuente: elaboración propia

En la tabla 17, se indica un plan de mantenimiento planificado de la maquina Envolvedora N°3. El desarrollo del plan se elaboró el apoyo del área de mantenimiento, donde se muestra las fallas de mayor ocurrencia. El objetivo es llevar un mayor control con los tiempos de cambios y/o mantenimiento de la máquina. Se busca reducir el mantenimiento correctivo con el objetivo de optimizar la disponibilidad de la máquina. Para realizar el plan de mantenimiento, se tomó en cuenta el historial de fallas registradas.

La gestión de orden de trabajo, se realiza a través del ERP JD Edwards, para generar una orden de trabajo es necesario ingresar los siguientes datos:

- Numero de equipo.
- Línea productiva.
- Nombre del técnico.
- Fecha de la intervención.
- Actividad a realizar.

El software de ERP JD Edwards ya existía en la empresa, se consideró apropiado mencionar en la presente investigación con la finalidad de mostrar el procedimiento de cómo se realiza una orden de trabajo (OT).

R598027		GRUPO ARCOR		28/09/2022 10:23:08	
Número orden 6443006 Hoja 1		Rpte. Impresión OT		Page - 1	
WW 7 - Reja		Clase	FED1	DE PRODUCCION	Asignado a 54541 AYOSA PEZUA IANDE ENRIQUE
Descripción	MAQ 003	Tipo	LEN	LINEA	Estado 58 Nueva
N° Unidad	LIN900096 LINEA CARAMELOS DUREOS	Parte			F inicial 02/10/2022
Especialidad	MEP MECANICO DE PLANTA	Elemento			F Real Operacion
Origenador	PLJ Planificado	Modelo			Frec. Costo
Línea	5800094 MANT. MECANICO CARAMELO DURO	Incidencia			Frec. Costo
N° de Serie		Ki de Tareas			Fecha Vinc.
		Plata			Proximo Vinc.
					Fecha Prev Emision 28/09/2022
					Tipo servicio
Seg. y Medio Ambiente	C	Calidad	C	Operación	C
		Mantenimiento	C	Categorización	4C
				Tipo de Servicio	NC: No corresponde
REVISION E INSPECCION:					
- Revisión y cambio de cuchilla					
- Inspección y lubricación de cabezal revolver					
- Lubricación total según plan establecido					
OT Generadas					
Realizado por:					
Firma:					

Figura 28. Orden de trabajo ERP JD Edwards

En la figura 28, se observa una orden de trabajo que se realizó siguiendo el plan de mantenimiento de la tabla 17, donde se puede identificar los datos ya mencionados líneas arriba.

**Datos post test – Variable independiente.**

**Dimensión:** Mantenimiento planificado.

Los datos fueron recopilados de los meses de agosto, setiembre y octubre del 2022.

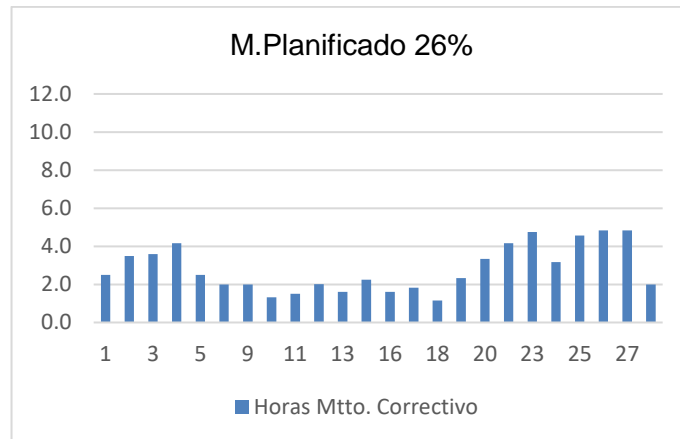


Figura 29. Mantenimiento planificado – agosto 2022.

Según la gráfica 29, del total de horas de Mtto. el 26% es mantenimiento planificado.

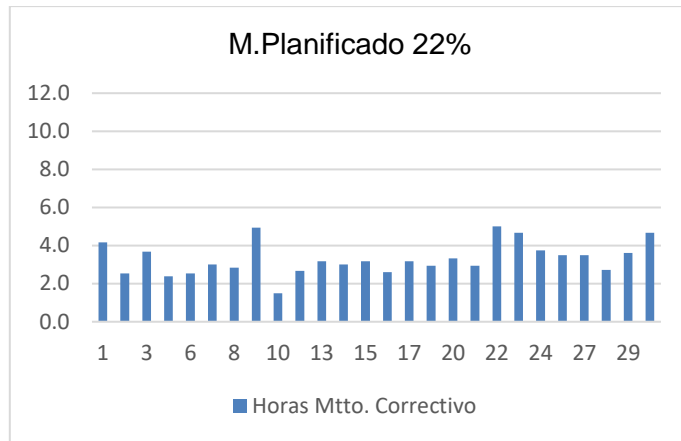


Figura 30. Mantenimiento planificado – setiembre 2022.

Según la gráfica 30, del total de horas de Mtto. El 22% es mantenimiento planificado.

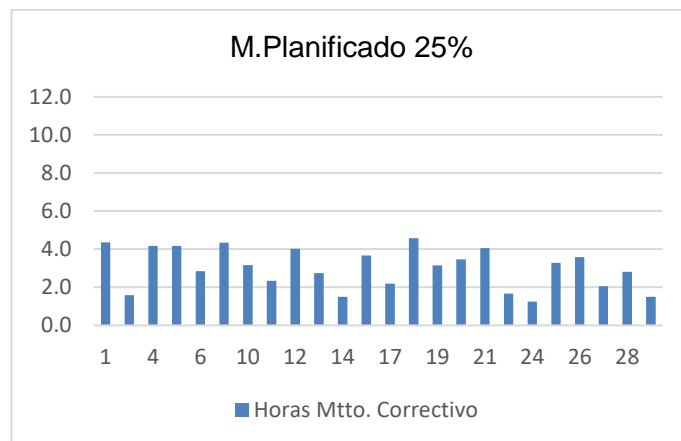


Figura 31. Mantenimiento planificado – octubre 2022.

Según la gráfica 31, del total de horas de Mtto. el 25% es mantenimiento planificado. Como conclusión general, se tiene un mantenimiento planificado promedio (agosto, setiembre y octubre) de 24%.

**Dimensión:** Capacitación.

La evaluación se tomó luego de la capacitación de los conceptos básico de la herramienta TPM.



Tabla 18. Reporte de capacitación del personal, post datos

Evaluación básica de conocimiento de TPM					
N°	Apellidos y nombres	Modalidad	Puesto	Turno	Puntaje
	Luis Vicente, Víctor Manuel		Evaluador - jefe		
	Jara Claudio, Oswaldo		Evaluador - Supervisor		
1	Tolentino Trujillo, Cristina	Presencial	Operario 1	A	12
2	Tafur Ríos, Cesar Raúl	Presencial	Operario 2	A	10
3	Gaspar Silva, Maruja Herlinda	Presencial	Operario 3	A	14
4	Olortegui Olortegui, Claudia Luz	Presencial	Operario 1	B	12
5	Gómez Ramos, Jhon Richards	Presencial	Operario 2	B	10
6	Olivo Santos, Raúl Abrahán	Presencial	Operario 3	B	12
7	Romero Palacios, Emerson	Presencial	Operario 1	C	10
8	Calero, Rivera, Gerardo	Presencial	Operario 2	C	12
9	Carranza Suma, Julián	Presencial	Operario 3	C	10
<b>Promedio de nota</b>					<b>11.3</b>

Fuente: elaboración propia

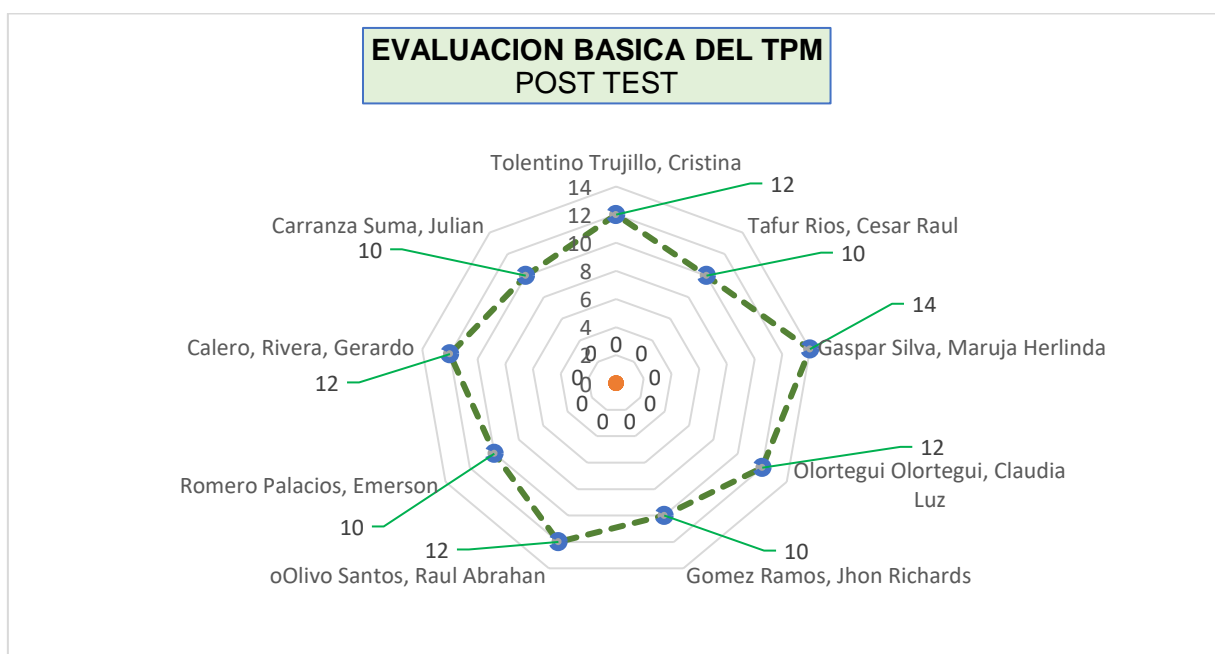


Figura 32. Evaluación básica de TPM.

Para calcular la efectividad de aprendizaje, se necesitó las notas iniciales y finales de cada uno de los colaboradores.

Tabla 19. *Efectividad de aprendizaje, post datos*

EFECTIVIDAD DE APRENDIZAJE				
N°	Apellidos y nombres	Nota Inicial	Nota Final	Efectividad
	Luis Vicente, Víctor Manuel			
	Jara Claudio, Oswaldo			
1	Tolentino Trujillo, Cristina	06	12	100%
2	Tafur Ríos, Cesar Raúl	04	10	150%
3	Gaspar Silva, Maruja Herlinda	08	14	75%
4	Olortegui Olortegui, Claudia Luz	06	12	100%
5	Gómez Ramos, Jhon Richards	08	10	25%
6	Olivo Santos, Raúl Abrahán	06	12	100%
7	Romero Palacios, Emerson	08	10	25%
8	Calero, Rivera, Gerardo	10	12	20%
9	Carranza Suma, Julián	08	10	25%
<b>Efectividad Promedio</b>				<b>69%</b>

Fuente: elaboración propia

Como conclusión, luego de la primera capacitación sobre la herramienta TPM, se puede evidenciar una efectividad de aprendizaje promedio de 69%. Se espera seguir elevando la efectividad con las contantes capacitaciones.

**Variable dependiente.**

**Disponibilidad.**

Los datos que se muestran son de los meses de agosto, setiembre y octubre del 2022, los datos corresponde a la máquina N° 3 de la línea de caramelos duros.

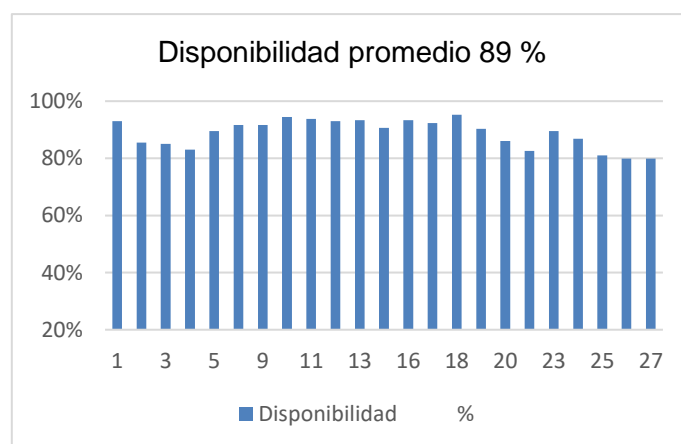


Figura 33. Disponibilidad de máquina – agosto 2022.

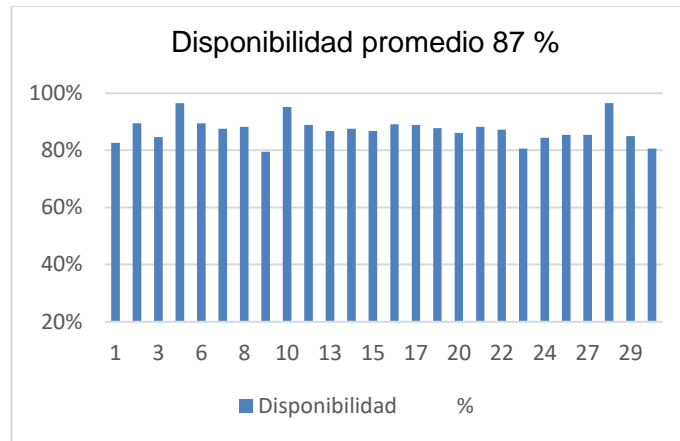


Figura 34. Disponibilidad de máquina – setiembre 2022.

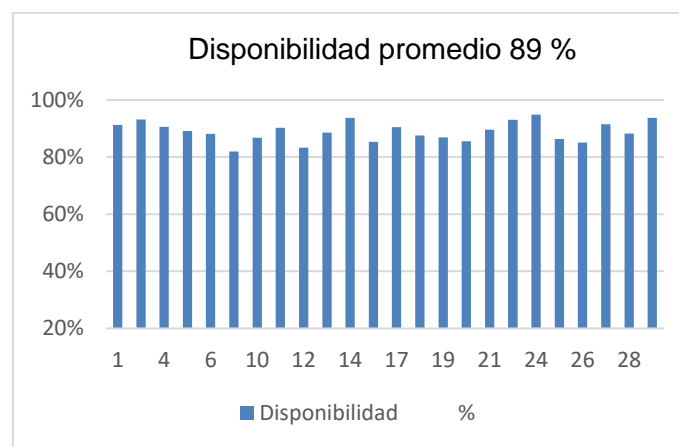


Figura 35. Disponibilidad de máquina – octubre 2022.

Como conclusión, analizando los gráficos de la disponibilidad de la máquina N°3 de la línea de caramelos duros, se tiene una disponibilidad promedio (agosto, setiembre y octubre) de 88%. Se cumplió el objetivo de la empresa.

**Dimensión:** Fiabilidad y mantenibilidad.

Los datos que se muestran son de los meses de agosto, setiembre y octubre del 2022, los datos corresponde a la máquina N° 3 de la línea de caramelos duros.

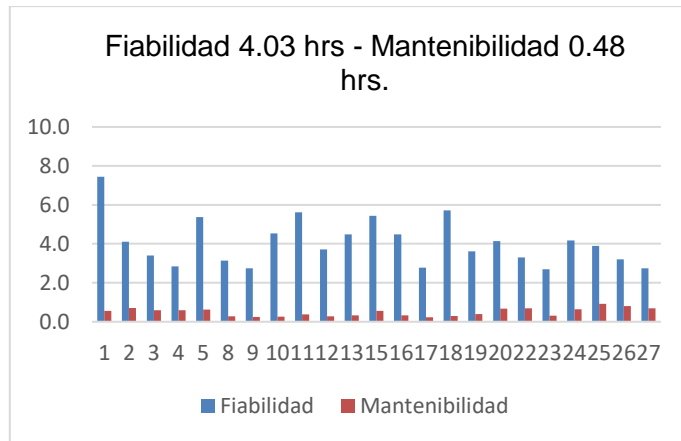


Figura 36. Fiabilidad y Mantenibilidad post datos – agosto

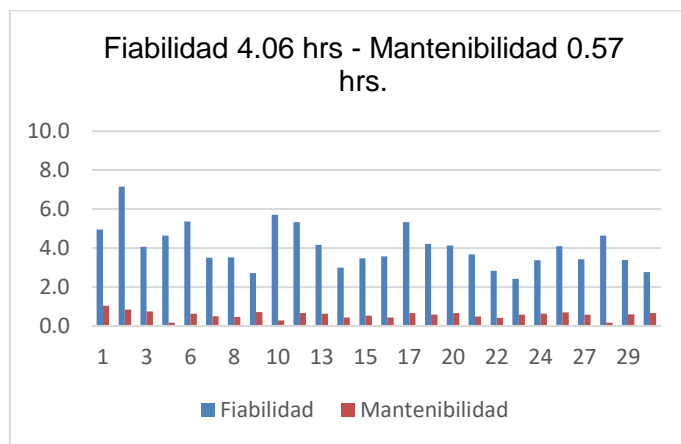


Figura 37. Fiabilidad y Mantenibilidad post datos – setiembre

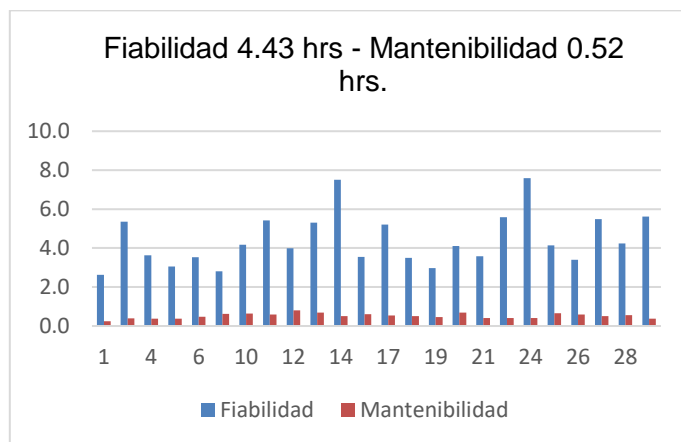


Figura 38. Fiabilidad y Mantenibilidad post datos - agosto

Como conclusión, analizando los gráficos de fiabilidad y mantenibilidad de la máquina N°3 de la línea de caramelos duros, se tiene una fiabilidad de 4.17 horas y mantenibilidad de 0.52 horas.

Según los gráficos de la fiabilidad, se muestra una variación de datos diarios, eso se debe que la cantidad de paradas de máquina diarias aun es inestable, si bien cada parada de máquina se soluciona en tiempos cortos, con las constantes capacitaciones de las principales fallas, el operador tendrá un mayor control de la máquina y con ello se evitará tener paradas de maquina en mayor frecuencia.

### Comparativo de Pre y Post datos.

#### Disponibilidad.

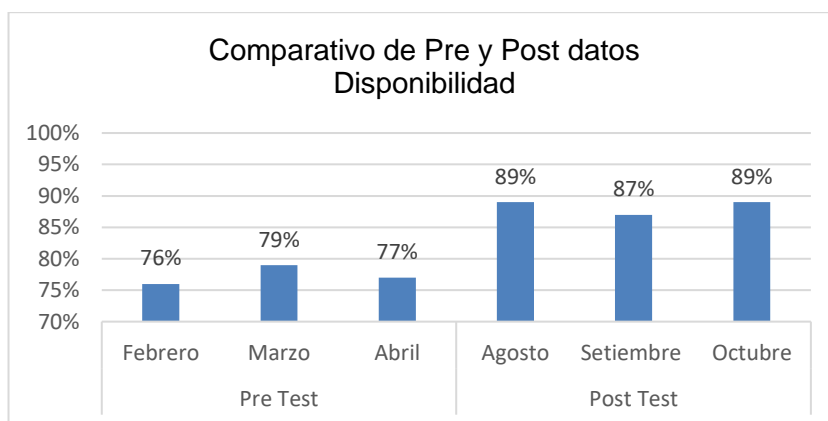


Figura 39. Comparativo de Disponibilidad – Pre y Post test

Según el grafico, se tiene un promedio de disponibilidad (Pre test) de 77% y post test de 88%, con ello el incremento de disponibilidad de la maquina N°3 fue de 14.3%.

#### Fiabilidad y mantenibilidad.

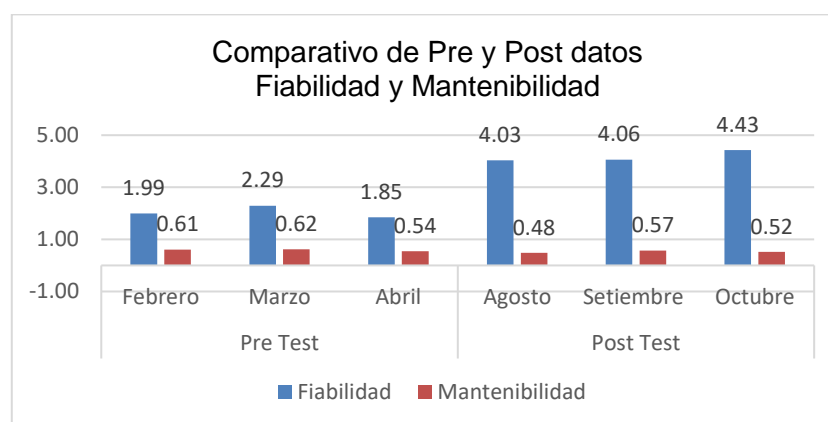


Figura 40. Comparativo de Fiabilidad y Mantenibilidad – Pre y Post test

Según el gráfico, se tiene un promedio de fiabilidad (Pre test) de 2.04 horas y post test de 4.17 horas, con ello el incremento de 104.4%. La mantenibilidad se busca siempre reducir, es así que, tenemos como promedio (Pre test) de 0.59 horas y post test de 0.52 horas, obteniendo una disminución de 10.2%.

### 3.5.1. Evaluación económica

En la presente investigación se evaluaron los gastos que generó la implementación del mantenimiento productivo total. Se realizaron distintos cuadros donde se muestra los costos antes y después de la implementación, así mismo se realizó un cuadro de gastos monetarios y no monetarios, para ello se empleó el clasificar de gastos del ministerio de economía y finanzas. Por último, se realizó el flujo de caja donde se visualiza el VAN, TIR y el costo veneficio de la aplicación del TPM. A continuación, se muestran los costos pre test.

Tabla 20. *Costo de maquina inoperativa*

Mes	Maquina en funcionamiento (Horas)	Maquina parada (Horas)	Producción por hora (Kg)	Perdida de producción (Kg)	Costo por kilo	Costo de maquina inoperativa (mes)
Febrero	576.00	140.10	58.50	8,195.85	2.00	16,391.70
Marzo	552.00	114.50	58.50	6,698.25	2.00	13,396.50
Abril	528.00	122.20	58.50	7,148.70	2.00	14,297.40
<b>Promedio total</b>						<b>S/ 14,695.20</b>

Fuente: elaboración propia

En la tabla 20, se indica el total de horas trabajadas y el total de horas de máquina inoperativa, estos datos fueron recopilados de la base de datos utilizada para el desarrollo de la investigación (Anexo 11, 12 y 13). Según el fabricante de la máquina involucrada, la máquina produce 58.5 Kg/Hora. El costo por kilo se calculó considerando todos los costos que implica la fabricación de los caramelos, costos directos e indirectos, luego se aplicó la fórmula establecida por la empresa donde el resultado es 2.00 S/Kg. Por último, para el cálculo de flujo de caja, se consideró el promedio de los costos de máquina inoperativa de los meses de febrero, marzo y abril, teniendo como resultado S/14,695.20.

Se consideró el promedio de los 3 meses debido que en la aplicación de flujo de caja se está considerando los costos mensuales.

Tabla 21. Costo de mano de obra de técnico

Mes	Máquina inoperativa (horas)	Costo de H.H. (Técnico)	Costo total de H.H. (Técnico)
Febrero	140.10	8.33	1,167.50
Marzo	114.50	8.33	954.17
Abril	122.20	8.33	1,018.33
<b>Promedio mensual</b>			<b>S/ 1,046.67</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla 22. Costo de mano de obra de operario

Mes	Máquina inoperativa (horas)	Costo de H.H. (Operador)	Costo total de H.H. (Operador)
Febrero	140.10	5.63	788.06
Marzo	114.50	5.63	644.06
Abril	122.20	5.63	687.38
<b>Promedio mensual</b>			<b>S/ 706.50</b>

Fuente: elaboración propia

En las tablas 21 y 22, se muestra las horas de maquina inoperativa, las cuales fueron recopiladas de la base de datos (Anexo 11, 12 y 13). El costo de hora hombre se calculó tomando como base los sueldos percibidos según el puesto. Se tiene un costo promedio de mano de obra (técnico) de S/1,046.67 y costo un promedio mano de obra de (operario) de S/706.50.

Tabla 23. Costo de capacitación

Puesto	N° Colaboradores	Horas de capacitación (x Persona)	Total, horas de capacitación	Costo de H.H.	Costo total
Operario	9	10	90	5.63	506.70
Jefe Seguridad	1	10	10	18.75	187.50
Supervisor de Mtto.	1	10	10	14.58	145.83
<b>Costo total</b>					<b>S/ 840.03</b>

Fuente: elaboración propia

En la tabla 23, se muestra el número de colaboradores que participaron en la capacitación y el puesto que ocupan, en primera instancia se consideró un total de 10 horas de capacitación, las cuales se realizaron en 3 días distintos. Se cálculo el

costo de hora hombre según el sueldo salarial, con ello se obtuvo un costo total de inversión de S/840.03.

Tabla 24. *Costo de herramientas*

Herramientas	Cantidad	Precio Unit.	Precio total
Desarmadores	3	25.00	75.00
Alicate	4	35.00	140.00
Llaves	1	150.00	150.00
Armario	1	350.00	350.00
<b>Costo total</b>			<b>S/ 715.00</b>

Fuente: elaboración propia

En la tabla 24, se muestra los costó generales de las herramientas adquiridas para el uso de los operarios, con un total de S/715.00.

A continuación, se muestran los costos post test.

Tabla 25. *Costo de maquina inoperativa*

Mes	Maquina en funcionamiento (Horas)	Maquina parada (Horas)	Producción por hora (Kg)	Perdida de producción (Kg)	Costo por kilo	Costo de parada de maquina (mes)
Agosto	576.00	64.00	58.50	3,744.00	2.00	7,488.00
Setiembre	624.00	80.00	58.50	4,680.00	2.00	9,360.00
Octubre	576.00	63.50	58.50	3,714.75	2.00	7,429.50
<b>Costo total</b>						<b>S/ 8,092.50</b>

Fuente: elaboración propia

En la tabla 25, se señala el total de horas trabajadas y el total de horas de maquina inoperativa, estos datos fueron recopilados de la base de datos utilizada para el desarrollo de la investigación (Anexo 14, 15 y 16). Luego de realizar la aplicación del mantenimiento productivo total, se evidencia una disminución en el costo mensual de maquina inoperativa, teniendo un costo promedio mensual de S/8,092.50.



Tabla 26. Costo de mano de obra de técnico

Mes	Máquina inoperativa (horas)	Costo de H.H. (Técnico)	Costo total de H.H. (Técnico)
Agosto	64.00	8.33	533.33
Setiembre	80.00	8.33	666.66
Octubre	63.50	8.33	529.16
<b>Promedio mensual</b>			<b>S/ 576.39</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla 27. Costo de mano de obra de operario

Mes	Máquina inoperativa (horas)	Costo de H.H. (Operador)	Costo total de H.H. (Operador)
Febrero	64.00	5.63	360.00
Marzo	80.00	5.63	450.00
Abril	63.50	5.63	357.19
<b>Promedio mensual</b>			<b>S/ 389.06</b>

Fuente: elaboración propia

En las tablas 26 y 27, se muestra las horas de maquina inoperativa, las cuales fueron recopiladas de la base de datos (Anexo 14, 15 y 16). El costo de hora hombre se calculó tomando como base los sueldos percibidos según el puesto. Se tiene un costo promedio de mano de obra (técnico) de S/ 576.39 y costo un promedio mano de obra de (operario) de S/ 359.06.

Tabla 28. Clasificador de gastos del Ministerio de Economía y Finanzas

Rubros	Aportes Monetarios				
Recursos humanos (No monetario)	Código clasificador MEF	Ítems	Costo Unitario Parte I (S/.)	Costo Unitario Parte II (S/.)	Costo Total S/.
	Tiempo empleado de Proyectista 1	Tesista	S/ 4,736.00	S/ 4,900.00	S/ 9,636.00
	Tiempo empleado de Proyectista 2	Tesista	S/ 4,736.00	S/ 4,900.00	S/ 9,636.00
<b>Sub, total</b>					<b>S/ 19,272.00</b>
Equipos y Bienes duraderos	Código clasificador MEF	Ítems	Costo Unitario Parte I (S/.)	Costo Unitario Parte II (S/.)	Cantidad Total
	2.3.22 SERVICIOS BÁSICOS, COMUNICACIONES, PUBLICIDAD Y DIFUSIÓN				
	2.3.15.1 Materiales y útiles de oficina	2 computadoras	S/ 160.00	S/ 200.00	S/ 360.00
<b>Sub, total</b>					<b>S/ 360.00</b>
Materiales e insumos, asesorías especializadas y servicios, gastos operativos	2.3 Bienes y Servicios				
	2.3.1 Compras de bienes				
	2.3.11 Alimentos y bebidas				
	2.3.11.11 Alimentos y bebidas para consumo humano	Alimentación	S/ 100.00	S/ 400.00	S/ 500.00
	2.3.15 Materiales y útiles				
	2.3.15.1 Materiales y útiles de oficina	Impresion	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 100.00
		Útiles de oficina	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 100.00
		Copias	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 100.00
		Otros	S/ 50.00	S/ 200.00	S/ 250.00
	2.3.21 Viajes				
	2.3.21.2 Viajes domésticos				
	2.3.21.21 Pasajes y gastos de transporte	Movilidad (empresa)	S/ 150.00	S/ 300.00	S/ 450.00
	2.3.22 Servicios básicos, comunicaciones, publicidad y difusión.				
	2.3.22.1 Servicios de energía eléctrica, agua y gas				
	2.3.22.11 Servicio de suministro de energía eléctrica	Electricidad	S/ 90.00	S/ 250.00	S/ 340.00
	2.3.22.2 Servicio de telefonía e internet				
2.3.22.21 Servicio de telefonía móvil	Teléfono	S/ 245.00	S/ 400.00	S/ 645.00	
2.3.22.23 Servicio de internet	Internet	S/ 250.00	S/ 350.00	S/ 600.00	
2.3.27.29 Estudios	Matricula UCV	S/ 650.00	S/ 650.00	S/ 1,300.00	
	Pensión UCV	S/ 4,500.00	S/ 4,500.00	S/ 9,000.00	
Leyenda de colores	Tangibles		<b>Sub total</b>		<b>S/ 13,385.00</b>
	Intangibles		<b>Total acumulado</b>		<b>S/ 33,017.00</b>

Fuente: elaboración propia

Tabla 29. Flujo de caja económico

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
<b>COSTOS PRE</b>		16,448.40	16,448.40	16,448.40	16,448.40	16,448.40	16,448.40
Costo de parada de maquina (mensual)		14,695.20	14,695.20	14,695.20	14,695.20	14,695.20	14,695.20
Costo total de H.H. (Técnico)		1,046.70	1,046.70	1,046.70	1,046.70	1,046.70	1,046.70
Costo total de H.H. (Operador)		706.50	706.50	706.50	706.50	706.50	706.50
<b>COSTOS POST</b>		9,058.00	9,058.00	9,058.00	9,058.00	9,058.00	9,058.00
Costo de parada de maquina (mensual)		8,092.50	8,092.5	8,092.5	8,092.5	8,092.5	8,092.5
Costo total de H.H. (Técnico)		576.40	576.4	576.4	576.4	576.4	576.4
Costo total de H.H. (Operador)		389.10	389.1	389.1	389.1	389.1	389.1
<b>BENEFICIO</b>		7,390.00	7,390.00	7,390.00	7,390.00	7,390.00	7,390.00
<b>Inversiones Tangibles</b>	S/ 1,315.00						
Herramientas y accesorios	S/ 715.00						
Alimentos y bebidas	S/ 400.00						
Papelera y útiles de oficina	S/ 200.00						
<b>Inversiones Intangibles</b>	S/ 34,357.03						
Capacitación del personal	S/ 840.03						
Viáticos y asignaciones	S/ 500.00						
Gastos estudios, otros	S/ 33,017.00						
<b>TOTALES NETOS</b>	-35,672.00	7,390.00	7,390.00	7,390.00	7,390.00	7,390.00	7,390.00
<b>Cálculo del VAN</b>		5,935.24					
Costo de Oportunidad del capital		1.85%	25%	Anual			
<b>Cálculo de la TIR</b>		6.59%	115%	Anual			
<b>Cálculo del ratio Beneficio / Costo</b>		1.17					

Según Aguilera, Anailys (2017), el valor actual neto (VAN), equivale a descontar o actualizar el valor de una serie de flujos de cajas futuros de un proyecto (p.332).

Entonces según el autor, si:

$VAN > 0$  = La inversión proporcionará ganancias superiores al límite.

$VAN < 0$  = La inversión generaría pérdidas.

$VAN = 0$  = No se definir las pérdidas o ganancias.

Según lo mencionado por el autor, podemos afirmar que el costo de inversión que generó la implementación del TPM es significativamente bueno, teniendo un VAN de S/ 5,935.24.

Según Aguilera, Anailys (2017), el TIR, es una tasa de descuento que empareja el valor descontado, relativamente hablando, refleja la rentabilidad de un proyecto de inversión, dependiendo de la cantidad y duración de los flujos de caja (p.333).

Según la tabla 23, se puede observar que TIR mensual es de 6.59%, siendo ideal para la empresa.

Según Aguilera, Anailys (2017), el costo beneficio se basa en el valor actual de los ingresos y el valor de desembolso (p.333).

Entonces:

$C/B > 1$  = El proyecto será aceptado por la empresa.

$C/B < 1$  = El proyecto será rechazado por la empresa, porque solo generará pérdidas.

$C/B = 1$  = El proyecto será puesto en espera, porque no genera ganancias.

Por lo mencionado, el costo beneficio de la presente investigación es de 1.17 soles, eso quiere decir que por S/1.00 invertido se tendrá una utilidad de S/ 0.17.

Tabla 30. Cronograma de proyecto de investigación

		CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACION																																											
ITEM	ACTIVIDADES	Ene-22				Feb-22				Mar-22				Abr-22				May-22				Jun-22				Jul-22				Ago-22				Set-22				Oct-22							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
PRE TEST	1																																												
	2																																												
IMPLEMENTACION	3																																												
	4																																												
	5																																												
	6																																												
	7																																												
	8																																												
	9																																												
	10																																												
	POS TEST	11																																											

### **3.6. Método de análisis de datos**

Según Rendon, Villasis-Keeve, Miranda (2016), una de principales ramas de la estadística, es la descriptiva, la cual se encarga que recopilar la información y transformarlas en diagramas, tablas, cuadros y gráficos. El objetivo de la aplicación de la estadística descriptiva es ayudar a interpretar los resultados obtenidos de manera clara y sencilla (p.389). En la presente investigación, la data recopilada se ingresó al software de Excel y luego se utilizó la estadística descriptiva, utilizando el software de SPSS versión 28 (media y desviación estándar, mínimo, máximo, rango, asimétrica y curtosis). Para el autor De la Puente (2018), el análisis inferencial es el proceso de estimación de parámetros poblacionales a partir de las estadísticas obtenidas muestras de la población (p.157). La prueba de Kolmogorov-Smirnov o también llamada K-S, es una prueba empleada para comprobar si la muestra obtenida tiene una distribución normal (Romero, 2016, p.36). En la presente investigación, se utilizó la prueba de Kolmogorov -Smirnov, la selección de cada uno de los estadígrafos se basó en la cantidad de datos a procesar, si el numero datos son menores a 30, se utilizará la prueba de Shapiro-Wilk y si son mayores a 30, se utilizará la prueba de Kolmogorov -Smirnoc. Para Sánchez (2015), la prueba de Wilcoxon fue diseñada para comprobar la hipótesis nula, así mismo; indica que el primer elemento de la muestra es de menor tamaño en comparación a la segunda muestra (p.19). Si uno o dos datos de la significancia es menor a 0.05 se utilizará un estadígrafo no paramétrico (prueba Wilcoxon) y si los 2 datos de la significancia son mayores a 0.05 se utilizará el estadígrafo paramétrico (prueba de T Student).

### **3.7. Aspectos éticos**

Entre todos los aspectos éticos, se aplicó el consentimiento informado, donde el principal objetivo es proteger la identidad de los participantes, para así garantizar que no exista ningún tipo de riesgo alguno a los investigadores de dicho proyecto. También se cuenta con la autorización para el desarrollo de la investigación proporcionado por la empresa, solo se tuvo como restricción mantener en reserva el nombre de la compañía, según la solicitud de la misma (Anexo 1), siendo esta la base donde se recolectarán los datos. De la misma manera, el trabajo realizado, se basó en tres consideraciones éticas.

**Confidencialidad:** Toda la información y datos de la presente investigación se mantuvo en anonimato, solo se utilizó para fines académicos.

**Beneficencia:** la presente investigación primo el principio ético, evitando daño a todos los involucrados y/o participantes.

**Justicia:** Todos los participantes de la investigación se les brindo protección, evitando riesgos que esto puedo ocasionar.

**Uso de referenciado ISO 690:** el libro de estilo de la Organización Internacional de Normalización (ISO) y el Manual de estilo de la Universidad César Vallejo son herramientas de asesoramiento y normalización a considerar para las publicaciones universitarias de todo el profesorado e interesados. Este trabajo sigue la versión de referenciado ISO 690.

**Uso del Código Ética UCV de investigación:** este código fue desarrollado para incentivar la probidad científica en la investigación en la Universidad César Vallejo, aplicando con rigor, altos estándares como: responsabilidad y honestidad para garantizar la precisión de los resultados científicos y cuidar los derechos de todos los involucrados en la investigación.

**Uso de software anti-plagio,** es una base de datos completa que compara más de 82 millones de artículos científicos y otros materiales de las principales editoriales. También compara el contenido de los manuscritos subidos a la plataforma con el de millones de sitios web y archivos. El uso de este software va más allá de la detección del plagio intencionado. Principalmente, las fuentes utilizadas en los artículos académicos no deben citarse correctamente. Por ello, esta herramienta facilita la búsqueda y corrección de estos elementos (Barros Ferradás, 2022).

#### IV. RESULTADOS

##### Análisis estadístico descriptivo.

**Variable independiente:** Mantenimiento Productivo Total (TPM).

**Dimensión:** Mantenimiento planificado.

Tabla 31. *Estadística descriptiva – Mantenimiento planificado*

Mantenimiento Planificado		
	Pre Test	Post Test
Media	0.16	0.24
Desviación estándar	0.01	0.02
Mínimo	0.15	0.22
Máximo	0.17	0.26
Rango	0.02	0.04
Asimetría	0.00	-1.29
Curtosis		

Fuente: elaboración propia.

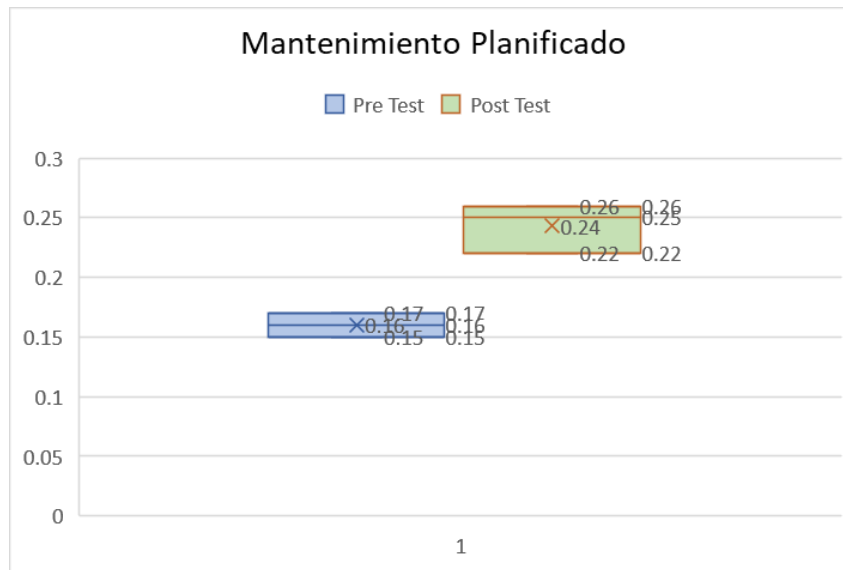


Figura 41. Gráfico de cajas– Mtto. Planificado

Según la tabla, con respecto a los datos pre y post test, se visualiza una media de 0.16 y 0.24 respectivamente. Convirtiendo a porcentaje sería 16% y 24%.



**Dimensión:** Capacitación.

Tabla 32. *Estadística descriptiva – Capacitación*

Capacitación		
	Pre Test	Post Test
Media	7.11	11.33
Desviación estándar	1.76	1.41
Mínimo	4.00	10.00
Máximo	10.00	14.00
Rango	6.00	4.00
Asimetría	-0.21	0.61
Curtosis	0.14	-0.29

Fuente: elaboración propia

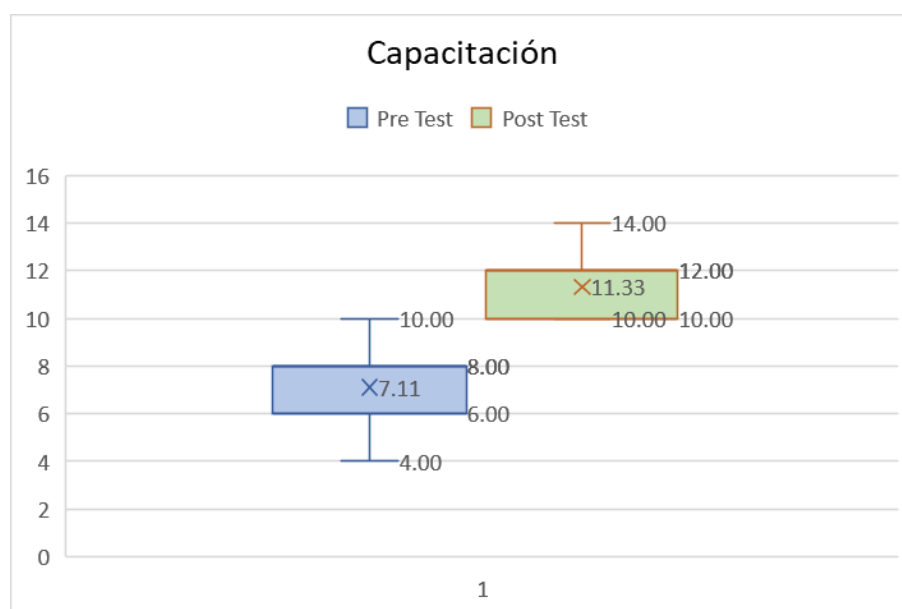


Figura 42. Gráfico de cajas– Capacitación

Según la tabla, con respecto a los datos pre y post test, se visualiza una media de 7.1 y 11.33 respectivamente. Indica que la capacitación realizada al personal fue favorable.

**Variable dependiente:** Disponibilidad.

**Dimensión:** Disponibilidad.

Tabla 33. Estadística descriptiva – Disponibilidad

Disponibilidad		
	Pre Test	Post Test
Media	0.77	0.88
Desviación estándar	0.08	0.04
Mínimo	0.49	0.79
Máximo	0.88	0.97
Rango	0.39	0.18
Asimetría	-1.39	-0.13
Curtosis	2.43	-0.58

Fuente: elaboración propia

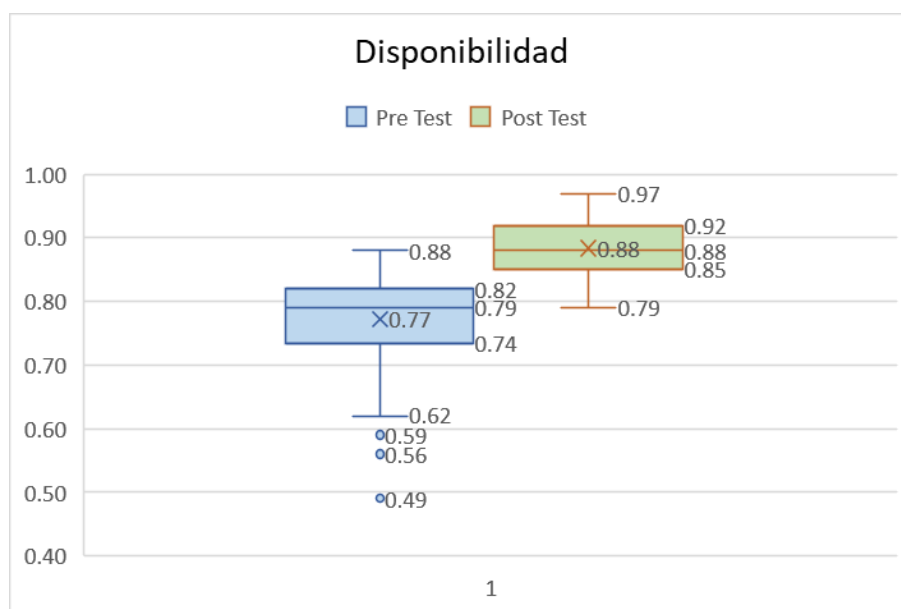


Figura 43. Gráfico de cajas– Disponibilidad

Según la tabla, con respecto a los datos pre y post test, se visualiza una media de 0.77 y 0.88 respectivamente. Convirtiendo a porcentaje sería 77% y 88%.

**Dimensión: Fiabilidad**

Tabla 34. *Estadística descriptiva – Fiabilidad*

Fiabilidad		
	Pre Test	Post Test
Media	2.04	4.14
Desviación estándar	0.49	1.23
Mínimo	0.90	2.42
Máximo	3.40	7.58
Rango	2.50	5.16
Asimetría	0.22	1.05
Curtosis	0.69	0.85

Fuente: elaboración propia

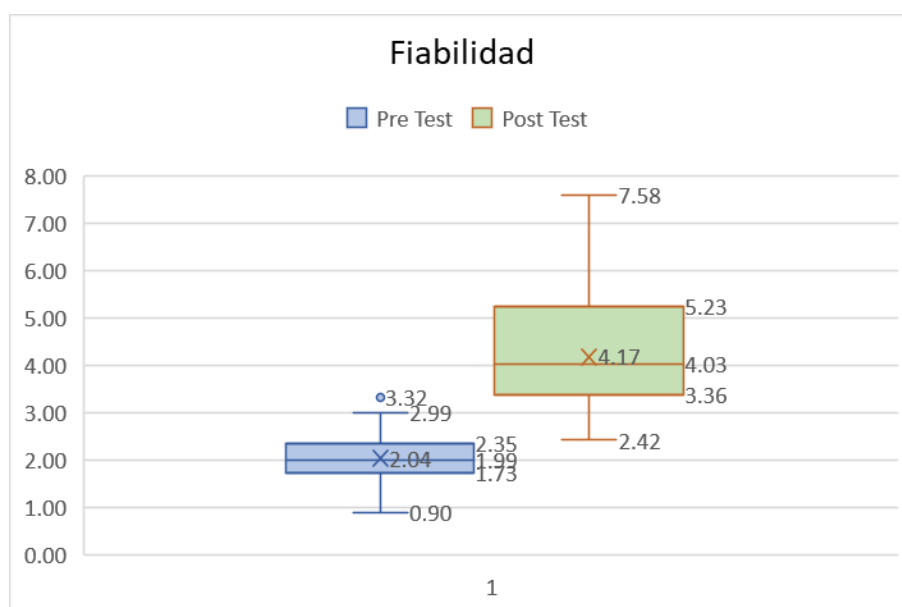


Figura 44. Gráfico de cajas– Fiabilidad

Según la tabla, con respecto a los datos pre y post test, se visualiza una media de 2.04 y 4.14 respectivamente. Convirtiendo a horas sería 2.04 horas y 4.14 horas.

## Dimensión: Mantenibilidad

Tabla 35. Estadística descriptiva – Mantenibilidad

Mantenibilidad		
	Pre Test	Post Test
Media	0.59	0.53
Desviación estándar	0.23	0.18
Mínimo	0.34	0.17
Máximo	1.65	1.04
Rango	1.31	0.87
Asimetría	2.62	0.11
Curtosis	8.92	-0.21

Fuente: elaboración propia

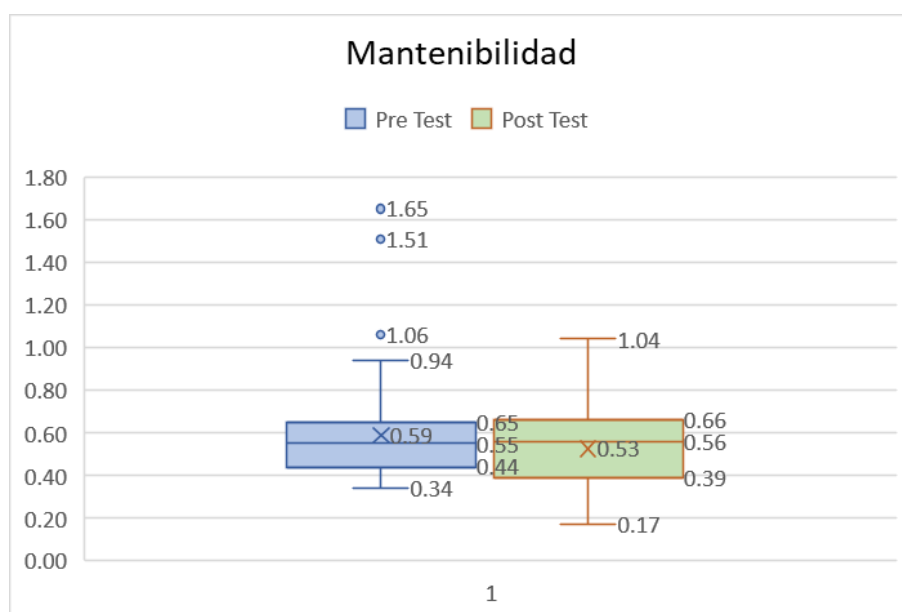


Figura 45. Gráfico de cajas– Mantenibilidad

Según la tabla, con respecto a los datos pre y post test, se visualiza una media de 0.59 y 0.53 respectivamente. Convirtiendo a horas sería 0.59 horas y 0.53 horas.

### Análisis estadístico inferencial.

**Variable dependiente:** Disponibilidad

≤ a 30 datos: Prueba de Shapiro-Wilk.

> a 30 datos: Prueba de Kolmogorov Smirnov.

Se realizó una limpieza de datos, donde se eliminaron los días no laborables y festivos de cada mes, con ello se obtuvo una cantidad de datos pre y post test de 69 y 74 respectivamente.

### Hipótesis general:

**H1:** La aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros.

**Ho:** La aplicación del TPM no incrementa la disponibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros

En base a la cantidad de datos (69 y 74), se determinó utilizar la prueba de Kolmogorov Smirnov.

Tabla 36. *Prueba de Kolmogorov - Disponibilidad*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre Test	0.133	69	0.004
Post Test	0.062	69	,200*

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 36, en los datos pre y post test se observa que uno de los datos tiene un nivel de significancia inferior al límite 0.05, es así que se aplicó el estadígrafo no paramétrico y se usara Wilcoxon.

Tabla 37. *Análisis de prueba no paramétrica – Disponibilidad*

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Pre Test	69	0.77	0.08	0.49	0.88
Post Test	74	0.88	0.04	0.79	0.97

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 37, el análisis no paramétrico nos muestra un incremento en la disponibilidad de 0.77 a 0.88. Convirtiendo los resultados a porcentajes tenemos un antes de 77% y después 88%, el incremento es de 14.3%.

Tabla 38. *Análisis estadístico de prueba Wilcoxon - Disponibilidad*

	Post Test - Pre Test
Z	-6,877b
Sig. asintótica(bilateral)	0.00

Fuente: elaboración propia

En la tabla 38, se evidencia que la significancia es 0.00, al ser menor que el límite 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación, en base al incremento de disponibilidad del pre y post test.

**Dimensión:** Fiabilidad

**Hipótesis específico 1:**

**H1:** La aplicación del TPM incrementa la fiabilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros.

**Ho:** La aplicación del TPM no incrementa la fiabilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros.

En base a la cantidad de datos (69 y 74), se determinó utilizar la prueba de Kolmogorov Smirnov.

Tabla 39. *Prueba de Kolmogorov – Fiabilidad*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre Test	0.056	69	,200*
Post Test	0.144	69	0.001

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 39, en los datos pre y post test se observa que uno de los datos tiene un nivel de significancia inferior al límite 0.05, es así que se aplicó el estadígrafo no paramétrico y se usara Wilcoxon.

Tabla 40. *Análisis de prueba no paramétrica - Fiabilidad*

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Pre Test	69	2.04	0.49	0.90	3.40
Post Test	74	4.17	1.21	2.42	7.58

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 40, el análisis no paramétrico nos muestra un incremento en la fiabilidad de 2.04 a 4.17 horas, lo que equivale a un incremento de 104.4%.

Tabla 41. *Análisis estadístico de prueba Wilcoxon - Fiabilidad*

	Post Test - Pre Test
Z	-7,220b
Sig. asintótica(bilateral)	0.00

Fuente: elaboración propia

En la tabla 41, se evidencia que la significancia es 0.000, al ser menor que el límite 0.05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de la investigación, en base al incremento de horas del pre y post test.

**Dimensión:** Mantenibilidad

**Hipótesis específico 2:**

**H1:** La aplicación del TPM disminuye la mantenibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros.

**Ho:** La aplicación del TPM no disminuye la mantenibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros.

En base a la cantidad de datos (69 y 74), se determinó utilizar la prueba de Kolmogorov Smirnov.

Tabla 42. *Prueba de Kolmogorov – Mantenibilidad*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Pre Test	0.166	69	0.000
Post Test	0.096	69	0.192

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 42, en los datos pre y post test se observa que uno de los datos tiene un nivel de significancia inferior al límite 0.05, es así que se aplicó el estadígrafo no paramétrico y se usara Wilcoxon.

Tabla 43. *Análisis de prueba no paramétrica - Mantenibilidad*

	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo
Pre Test	69	0.59	0.23	0.34	1.65
Post Test	74	0.53	0.18	0.17	1.04

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 43, el análisis no paramétrico nos muestra una disminución en la mantenibilidad de 0.59 a 0.53 horas, lo que equivale a una disminución de 10.2%.

Tabla 44. *Análisis estadístico de prueba Wilcoxon - Mantenibilidad*

	Post Test - Pre Test
Z	-1,393b
Sig. asintótica(bilateral)	0.16

Fuente: elaboración propia

En la tabla 44, se evidencia que la significancia es 0.16, al ser mayor que el límite 0.05, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis de la investigación, por lo cual se puede asumir que los resultados obtenidos no fueron estadísticamente significativos.

## **V. DISCUSIÓN.**

En la presenta investigación se evidenció que, la aplicación del mantenimiento productivo total incrementa la disponibilidad de las máquinas de la línea de caramelos duros, obteniendo resultados favorables para toda la organización. Los resultados de disponibilidad, muestra un pre test de 77% y un post test de 88%.

La mejora mencionada anteriormente los respalda los siguientes autores:

Ribeiro et al. (2019) en su artículo se evidenció un incremento en la disponibilidad, teniendo como pre test 95.9% y un post test de 97.1%

Gaspar y More Palomino (2019) en su tesis se evidenció un incremento en la disponibilidad, teniendo como pre test 86.61% y un post test de 95%.

Pinto et al. (2020) en su artículo, se evidenció un incremento en la disponibilidad de las máquinas Tornos CNC y Mecanizado CNC, teniendo como pre test 90% y un post test de 92%.

Canahua (2021) en su artículo, se evidenció un incremento en la disponibilidad, teniendo como pre test 86.7% y un post test de 96.88%

Como conclusión, en la primera y tercera referencia, se tiene un incremento menor de disponibilidad, eso se debe que el porcentaje inicial (pre test) de disponibilidad de cada uno de los autores se encontraban igual o superior al 90%.



En la presente investigación se evidenció que, la aplicación del mantenimiento productivo total incrementa la fiabilidad de las máquinas de la línea de caramelos duros, obteniendo resultados favorables para toda la organización. Los resultados de fiabilidad, muestra un pre test de 2.04 horas y un post test de 4.17 horas.

La mejora mencionada anteriormente los respalda los siguientes autores:

Ribeiro et al. (2019) en su artículo, se evidenció un incremento en la fiabilidad, teniendo como pre test 124 horas y un post test de 155 horas.

Los datos que muestra el autor son mayores a los datos de la investigación, eso se debe que el autor considero el tiempo de todas las máquinas de una línea de producción, mientras en la presente investigación se consideró solo el tiempo de 1 maquina.

Pinto et al. (2020) en su artículo, se evidenció un incremento en la fiabilidad de la máquina torno CNC, teniendo como pre test 920.3 horas y post test de 1156.5 horas. Asimismo; incremento la fiabilidad de la maquina mecanizado CNC, teniendo como pre test 1533.1 horas y post test de 1782.4 horas.

Canahua (2021) en su artículo, se evidenció un incremento en la fiabilidad, teniendo como pre test 50.56 horas y un post test de 237.65 horas.

Los datos que muestra el autor son mayores a los datos de la investigación, eso se debe que el autor considero el tiempo de 4 máquinas por un tiempo de recolección de datos de 12 meses.

En la presenta investigación se evidenció que, la aplicación del mantenimiento productivo total disminuye la mantenibilidad de las máquinas de la línea de caramelos duros. Los resultados de mantenibilidad, muestra un pre test de 0.59 horas y un post test de 0.53 horas. Interpretando los resultados de la estadística inferencial la significancia es 0.16, siendo este valor mayor a 0.05, es por ello que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis de investigación.

Como respaldo a los resultados de la significancia obtenido, se menciona al siguiente autor.

Álvarez (2021) en su tesis, interpretando el resultado de la eficacia, se tiene una media de (Pre test) de 92.39% y un (Post test) 94.67%. Así mismo; se evidencio que la significancia es 0.272, siendo este mayor a 0.05, se aceptó la hipótesis nula y se rechazó la hipótesis de investigación.

Ribeiro et al. (2019) en su artículo, se evidenció una disminución en la mantenibilidad, teniendo como pre test 5.26 horas y un post test de 4.56 horas.

Pinto et al. (2020) en su artículo, se evidenció una disminución de mantenibilidad de la máquina torno CNC, teniendo como pre test 4.2 horas y un post test 3.1 horas. Así mismo, se tiene una disminución de la maquina mecanizado CNC, teniendo como pre test 5.9 horas y un post test 4.3 horas.

Canahua (2021) en su artículo, se evidenció una disminución en la mantenibilidad, teniendo como pre test 7.76 horas y un post test de 0.27 horas.

## **VI. CONCLUSIONES.**

1.- La presente investigación, con respecto al objetivo general, se comprobó que la implementación del mantenimiento productivo total incrementa la disponibilidad de los equipos de la línea de caramelos duros, se evidenció un incremento en relación a los datos pre y post test, de un 77% a 88% respectivamente, equivalente a un 14.3% de incremento.

2.- La presente investigación, con respecto al objetivo específico1, se comprobó que la aplicación del mantenimiento productivo total incrementa la fiabilidad de los equipos de la línea de caramelos duros, se evidenció un incremento con respecto a los datos pre y post test, de un 2.04 a 4.17 horas respectivamente, equivalente a un 104.4% de incremento

3.- La presente investigación, con respecto al objetivo específico2, se comprobó que la implementación del mantenimiento productivo total disminuye la mantenibilidad de los equipos de la línea de caramelos duros, se evidenció una disminución con respecto a los datos pre y post test, de un 0.59 a 0.53 horas respectivamente, equivalente a una disminución de 10.2%. Según el análisis inferencial, la significancia es 0.16, por ello que se rechazó la hipótesis de investigación y se aceptó la hipótesis nula.

4.- La implementación del TPM, trajo consigo la disminución de costos de producción y el aumento de productividad, con ello se logró ser más competitivo en los tiempos de entrega.

## **VII. RECOMENDACIONES.**

Se recomienda al área de mantenimiento realizar capacitaciones constantes para optimizar el desempeño de los operarios, realizando capacitaciones sobre las principales y recurrentes fallas como: Regulación de cuchilla, regulación de aire, limpieza de carril y tiro de papel.

Los supervisores de cada turno deberán dar seguimiento del correcto llenado de los formatos y el cumplimiento de cada uno de los estándares implementados.

Se recomienda traspasar toda la información recopilada a la base digital, con el fin de evitar pérdidas de dichos formatos.

Se recomienda realizar inspección visual constante del cajón de herramientas de los operarios. Es importante que todas las herramientas se encuentren en óptimas condiciones para evitar incidentes.

Se recomienda implementar la herramienta TPM en las demás máquinas de la línea de caramelos duros, así mismo; en otras líneas. El objetivo es poder lograr una mayor productividad, teniendo una mayor disponibilidad de las máquinas.

Se recomienda realizar un mantenimiento exhaustivo a las máquinas, ya que, debido a la antigüedad de ellas, son muy propensas a sufrir fallas inesperadas

Se recomienda mostrar los resultados obtenidos de la implementación del TPM, de esta forma todos los colaboradores de la empresa podrán ver la importancia que tiene dicha herramienta.

## REFERENCIAS

ADESTA, E., H. PRABOWO y D. AGUSMAN. Evaluating 8 pillars of Total Productive Maintenance (TPM) implementation and their contribution to manufacturing performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. enero 2018, vol.290, 012024 [consultado el 15 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/290/1/012024>

ISSN: 1757-899X.

AGGARWAL, Anil, KUMAR, Sanjeev y SINGH, Vikram. Reliability analysis and performance optimisation of the serial process in refining system of a sugar plant. *International Journal of Industrial and Systems Engineering* [en línea]. 2017, vol.26(2), 149 [consultado el 15 de mayo de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1504/ijise.2017.083671>

ISSN: 1748-5045

AGUILERA, Anailys. El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin* [en línea]. 2017, vol.11, pp.322-343. [consultado el 15 de setiembre de 2022],

Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2073-60612017000200022](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022)

ISSN 2073-6061.

AHMAD, Nafis, HOSSEN, Jamal y ALI, Syed Mithun. Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* [en línea]. Agosto 2017, vol.94(1-4), 239–256 [consultado el 11 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0783-2>

ISSN: 1433-3015

ALVAREZ, Elvis. Mantenimiento productivo total para incrementar la productividad en línea de ensamble de tablero, empresa Electro Industrial Solutions S.A Los Olivos. Tesis (Pregrado en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/81368>

AMORIM, Gleison, HATAKEYAMA, Kazuo y ROJAS-LEMA, Ximena. Implantation of total productive maintenance: a case study in the manufacturing industry [en

línea]. Cham: Springer International Publishing, 2018, [consultado el 15 de mayo de 2022].

Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-93488-4\\_29](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-93488-4_29)

ISBN: 9783319934877.

ARIAS GONZALES, José. Diseño y metodología de la investigación. Arequipa: Enfoques Consulting Eirl, 2021.

ISBN 9786124844423

BARROS, Karina. iThenticate, software de detección de plagio: un año de uso en el CSIC. *Cofin* [en línea]. 2022, pp.65-66. [consultado el 5 de octubre de 2022],

Disponible en: <https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/14537>

ISSN: 1696-8239.

BALC, Claudiu et al. Reliability modeling for an automatic level control system [en línea]. Rumania: IEEE, 2017 [consultado el 5 de junio de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/optim.2017.7975100>

ISBN: 9781509044894.

BATAINEH, Omar et al. A sequential TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* [en línea]. Marzo 2019, vol.25(1), 144-161 [consultado el 30 de mayo de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/jqme-07-2017-0045>

ISSN: 1355-2511

BRAGLIA, Marcello, CASTELLANO, Davide y GALLO, Mosè. A novel operational approach to equipment maintenance: TPM and RCM jointly at work. *Journal of Quality in Maintenance Engineering* [en línea]. octubre 2019, vol.25(4), 612-634 [consultado el 18 de mayo de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/jqme-05-2016-0018>

ISSN: 1355-2511

CANAHUA, Nohemy. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica. *Industrial Data* [en línea]. 2021, vol.24(1), 49-76 [consultado el 2 de mayo de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>

ISSN: 1810-9993

CORREA, Jairo. Incremento de disponibilidad de una máquina empaquetadora. Proyecto integrador (Pregrado en Ingeniería industrial). Guayaquil: Escuela superior politécnica del litoral, 2019.

DE LA PUENTE VIEDNA, Carlos. Estadística descriptiva e inferencial. Madrid: IDT CB, 2018.

ISBN: 9788494372476

CUATRECASAS, Lluís y TORRELL, Francesca. TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva. Barcelona: Profit Editorial I, 2010.

ISBN: 9788415330172

ESCOBAR, Hugo, SURICHAQUI, Libia y CALVANAPÓN, Flor. Control interno en la rentabilidad de una empresa de servicios generales - Perú. *Visión de Futuro* [en línea]. octubre, 2022, (27, No 1 (Enero - Junio)), 160–181 [consultado el 15 de junio de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.36995/j.visiondefuturo.2023.27.01.005.es>

ISSN 1668-8708

FERNANDEZ, Omar. Implementación del mantenimiento productivo total para optimizar la productividad en una empresa fabricante de transformadores, Lima 2017. Tesis (Pregrado en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23259>

FERNÁNDEZ, Víctor. Tipos de justificación en la investigación científica. *Espíritu Emprendedor TES* [en línea]. julio 2020, vol.4(3), 65–76 [consultado el 8 de abril de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.33970/eetes.v4.n3.2020.207>

ISSN 2602-8093

FLORES, Fiorella. Plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos en la empresa Choco Museo-Cusco 2020. Tesis (Pregrado en Ingeniería Industrial). Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2021

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4209>

GASPAR, Alexis, MORE, Javier. Mantenimiento productivo total para mejorar la eficiencia en la línea de producción de la empresa Panda S.A.C, Ate, 2019. Tesis (Pregrado en Ingeniería Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47247>

GARAY, Allison, MACEDA, Carlos. Aplicación de la metodología TPM para reducir los retrasos en los pedidos en una empresa fabricante de etiquetas. *Business Innova Sciences* [en línea]. 2020, vol.1(4), 57–79 [consultado el 30 de abril de 2022].

Disponible en: <https://innovasciencesbusiness.org/index.php/ISB/article/view/23>

ISSN 27086992

HERNANDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México DF: McGraw Hill Education, 2018, 714 pp.

ISBN: 9781456260965

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar, "Capítulo 1. Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias" en Metodología de la investigación. 6ª ed. México: McGraw Hill Education, 2014, pp.2-21.

Japan Institute. Disponible en: <https://www.japan-institute.com/>

JAMAICA, Fabián. Los beneficios de la capacitación y el desarrollo del personal de las pequeñas empresas. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2015. Disponible

en:<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/7168/1/Trabajo%20final%200Fabian%20Jamaica%20%281%29.pdf>.

LOMTE, R. U. et al. Reliability improvement for TSR machine of banburry mixer using plant optimization process. *Procedia Manufacturing* [en línea]. 2018, vol.20, 440–445 [consultado el 5 de junio de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.064>

ISSN: 2351-9789

MARTINS, L. et al. Improving preventive maintenance management in an energy solutions company. *Procedia Manufacturing* [en línea]. 2020, vol.51, 1551–1558 [consultado el 27 de abril de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.216>

ISSN: 2351-9789

MORALES, Jonathan y RODRIGUEZ, Ramon. Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line. *The International Journal of Advanced Manufacturing*



*Technology* [en línea]. marzo 2017, vol.92(1-4), 1013–1026 [consultado el 10 de marzo de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-017-0052-4>

ISSN: 1433-3015

MOSCOSO, Carlos et al. Integral model of maintenance management based on TPM and RCM principles to increase machine availability in a manufacturing company [en línea]. Cham: Springer International Publishing, 2019, pp. 878–884 [consultado el 11 de marzo de 2022].

Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-25629-6\\_137](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-25629-6_137)

ISBN 9783030256289.

MUSALLAM, Sami, FAUZI, Hasan y NAGU, Nadhirah. Family, institutional investors ownerships and corporate performance: the case of Indonesia. *Social Responsibility Journal* [en línea]. febrero 2019, vol.15(1), 1–10 [consultado el 11 de mayo de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/srj-08-2017-0155>

ISSN 17471117

NAKAJIMA, Seiichi. Introduction to TPM. Portland: Japan Institute for Plant Maintenance, 1988

ISBN: 0915299232

NIETO, Esteban. Tipos de investigación. Artículo. Perú: Universidad Santo Domingo de Guzmán, 2018.

Disponible en: <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>

PAN, Hongsheng et al. Analysis of MTBF evaluation methods for small sample sizes [en línea]. Hangzhou City, China: IEEE, 2016 [consultado el 5 de junio de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1109/icrms.2016.8050042>

ISBN: 9781509027149.

PINTO, G. et al. Implementing a maintenance strategic plan using TPM methodology. *International Journal of Industrial Engineering and Management* [en línea]. Septiembre 2020, vol.11(3), 192-204 [consultado el 27 de abril de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24867/ijiem-2020-3-264>

ISSN: 2683-345X.

RENDON, Mario, VILLASIS-KEEVE, Miguel, MIRANDA, Miranda, María. Estadística descriptiva. *Revista Alergia México* [en línea]. 2016, vol.63(4), 397-407 [fecha de Consulta 20 de setiembre de 2022].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755026009>

ISSN: 0002-5151

RIBEIRO, I. et al. Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing* [en línea]. 2019, vol.38, 1574-1581 [consultado el 20 de abril de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>

ISSN 2351-9789.

ROMERO, Manuel. Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista enfermería de trabajo* [en línea]. 2016, vol.6, 105-114 [consultado el 23 de setiembre de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>

ISSN-e 2174-2510.

SAINI, Monika y KUMAR, Ashish. Performance analysis of evaporation system in sugar industry using RAMD analysis. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering* [en línea]. Marzo 2019, vol.41(4) [consultado el 30 de mayo de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40430-019-1681-3>

ISSN 1806-3691.

SANTOS, T. et al. Asset priority setting for maintenance management in the food industry. *Procedia Manufacturing* [en línea]. 2019, vol.38, 1623-1633 [consultado el 10 de marzo de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.122>

ISSN 2351-9789.

SANCHEZ, Reinaldo. Prueba de Wilcoxon-Mann-Whitne: mitos y realidades. *Revista mexicana de endocrinología, metabolismo & Nutricion* [en línea]. 2015, [consultado el 25 de setiembre de 2022].

SUTONI, Akhmad, SETYAWAN, Widy y MUNANDAR, Taufik. Total productive maintenance (TPM) analysis on lathe machines using the overall equipment effectiveness method and six big losses. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. julio 2019, vol.1179, 012089 [consultado el 16 de mayo de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1179/1/012089>

ISSN 1742-6596.

ZLATIC, Marko. TPM- Total productive maintenance: *Proceedings on Engineering Sciences* [en línea]. 2019, vol.1,(2) 581-590 [consultado el 22 de mayo de 2022].

Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1179/1/012089>

ISSN 2620-2832

## ANEXOS

### Anexo 1 - Carta de autorización

#### AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESAS

Yo Jesús Alberto Teodoro Cervantes, identificado con DNI 40043420 en mi calidad de Jefe del área de Recursos Humanos de la empresa [REDACTED] ubicada en la ciudad de Lima-Perú.

#### OTORGO LA AUTORIZACIÓN

A los señores Jara Claudio Oswaldo Himbler, identificado con DNI N° 40520617 y Ortiz Ortega, Jair Hairo, identificado con DNI N° 72366367 de la Carrera profesional Ingeniería Industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa:

- Estadísticas de la indisponibilidad de los equipos de la línea de caramelos duros.
- Imágenes de la línea donde se va implementar la mejora.

Con la finalidad de que pueda desarrollar su Tesis para optar el Título Profesional.

Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o mencionar el nombre de la empresa.

[REDACTED]  
  
JESÚS ALBERTO CERVANTES  
Jefe de Recursos Humanos

Firma y sello del Representante Legal

DNI: 40043420

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.



Firma del Estudiante

Jara Claudio, Oswaldo Himbler

DNI: 40520617



Firma del Estudiante

Ortiz Ortega, Jair Hairo

DNI:72366367

## Anexo 2 - Matriz de operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
<b>Variable independiente:</b> Mantenimiento productivo total	Es un concepto diseñado para optimizar la eficiencia global de las instalaciones de producción y garantizar su uso más eficaz. Se hace hincapié en la participación de los empleados en el mantenimiento y en la mejora de la eficiencia de la planta (Ribeiro et al., 2019).	Para evitar las paradas inesperadas de las maquinas en conjunto se aplica el mantenimiento planificado; así mismo con la capacitación se pretende desarrollar una cultura en la que los operarios tengan sentido de propiedad de las máquinas, las conozcan mejor y permitan a los trabajadores capacitados centrarse en los proyectos de diagnóstico y reparación de equipos. (Zlatic, 2019).	Mantenimiento planificado	$MP = \frac{(HMP)}{(THM)} \times 100\%$ Leyenda MP: Mantenimiento planificado HMP: Horas de mantenimiento planificado THM: Total horas de mantenimiento	Razón
			Capacitación	$EA = \left( \frac{NF - NI}{NI} \right) \times 100\%$ Leyenda EA: Efectividad de aprendizaje NF: Nota final NI: Nota inicial	Razón
<b>Variable dependiente:</b> Disponibilidad	La capacidad de un activo para desempeñar una función específica en condiciones concretas, en un momento determinado o durante un periodo de tiempo específico, depende de la disponibilidad de los recursos externos necesarios. (Ribeiro et al., 2019)	La disponibilidad de una máquina evalúa el rendimiento de los equipos que desempeñan una función específica, en un momento determinado y durante un período concreto, basándose en criterios como la fiabilidad y la mantenibilidad de los equipos (Saini & Kumar, 2019). La disponibilidad depende del MTTR y del MTBF (Ribeiro et al., 2019).	Fiabilidad	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de fallos}}$	Razón
			Mantenibilidad	$MTTR = \frac{\text{Tiempo en reparar averías}}{\text{Número de fallos}}$	Razón

### Anexo 3 - Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables e indicadores																						
<p><b>Problema General</b> ¿De qué manera la aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros?</p> <p><b>Problema Específicos</b></p> <p>¿De qué manera la aplicación del TPM incrementa la fiabilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros?</p> <p>¿De qué manera la aplicación del TPM disminuye la mantenibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar de qué manera el TPM incrementa la disponibilidad de los equipos en la línea de fabricación de caramelos duros.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar de qué manera el TPM incrementa la fiabilidad de los equipos en la línea de fabricación de caramelos duros.</p> <p>Determinar de qué manera el TPM disminuye la mantenibilidad de los equipos en la línea de fabricación de caramelos duros.</p>	<p><b>Hipótesis General</b> La aplicación del TPM incrementa la disponibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros.</p> <p><b>Hipótesis Específicos</b></p> <p>La aplicación del TPM incrementa la fiabilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros.</p> <p>La aplicación del TPM disminuye la mantenibilidad de los equipos en la línea de producción de caramelos duros.</p>	<p><b>Variable independiente: TPM</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> <th>Escala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Variable independiente: Mantenimiento productivo total</td> <td>Mantenimiento planificado</td> <td> <math display="block">MP = \frac{(HMP)}{(THM)} \times 100\%</math>                     Leyenda                      MP: Mantenimiento planificado                      HMP: Horas de mantenimiento planificado                      THM: Total horas de mantenimiento                 </td> <td>Razón</td> </tr> <tr> <td>Capacitación</td> <td> <math display="block">EA = \left( \frac{NF - NI}{NI} \right) \times 100\%</math>                     Leyenda                      EA: Efectividad de aprendizaje                      NF: Nota final                      NI: Nota inicial                 </td> <td>Razón</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>Variable independiente: Disponibilidad</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Dimensiones</th> <th>Indicadores</th> <th>Escala</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Variable dependiente: Disponibilidad</td> <td>Fiabilidad</td> <td> <math display="block">MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de fallos}}</math> </td> <td>Razón</td> </tr> <tr> <td>Mantenibilidad</td> <td> <math display="block">MTTR = \frac{\text{Tiempo en reparar averías}}{\text{Número de fallos}}</math> </td> <td>Razón</td> </tr> </tbody> </table>	Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala	Variable independiente: Mantenimiento productivo total	Mantenimiento planificado	$MP = \frac{(HMP)}{(THM)} \times 100\%$ Leyenda MP: Mantenimiento planificado HMP: Horas de mantenimiento planificado THM: Total horas de mantenimiento	Razón	Capacitación	$EA = \left( \frac{NF - NI}{NI} \right) \times 100\%$ Leyenda EA: Efectividad de aprendizaje NF: Nota final NI: Nota inicial	Razón	Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala	Variable dependiente: Disponibilidad	Fiabilidad	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de fallos}}$	Razón	Mantenibilidad	$MTTR = \frac{\text{Tiempo en reparar averías}}{\text{Número de fallos}}$	Razón
Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala																						
Variable independiente: Mantenimiento productivo total	Mantenimiento planificado	$MP = \frac{(HMP)}{(THM)} \times 100\%$ Leyenda MP: Mantenimiento planificado HMP: Horas de mantenimiento planificado THM: Total horas de mantenimiento	Razón																						
	Capacitación	$EA = \left( \frac{NF - NI}{NI} \right) \times 100\%$ Leyenda EA: Efectividad de aprendizaje NF: Nota final NI: Nota inicial	Razón																						
Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala																						
Variable dependiente: Disponibilidad	Fiabilidad	$MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de fallos}}$	Razón																						
	Mantenibilidad	$MTTR = \frac{\text{Tiempo en reparar averías}}{\text{Número de fallos}}$	Razón																						

## Anexo 4 - Validación de juicio de experto 1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide

N°	DIMENSIONES / items	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
1	Dimensión 1: Mantenimiento planificado $MP = \frac{(HMP)}{(THM)} \times 100\%$	X		X		X		
2	Dimensión 2: Capacitación. $EA = \left( \frac{NF - NI}{NI} \right) \times 100\%$	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>							
3	Dimensión 1: Fiabilidad $MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de fallos}}$	X		X		X		
4	Dimensión 2: Mantenibilidad $MTTR = \frac{\text{Tiempo en reparar averías}}{\text{Número de fallos}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_HAY SUFICIENCIA\_\_

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

Apellidos y nombres del juez validador. Montoya Cárdenas, Gustavo Adolfo DNI:  
07500140

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

Lima, 17 de noviembre  
del 2022

<sup>1</sup> **Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

<sup>2</sup> **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup> **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

GUSTAVO CÁRDENAS  
MONTAYA CÁRDENAS  
INGENIERO INDUSTRIAL  
Reg. D.P. N° 16485

-----  
**Firma del Experto Informante.**

## Anexo 5 - Validación de juicio de experto 2

### c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
1	Dimensión 1: Mantenimiento planificado  $MP = \frac{(HMP)}{(THM)} \times 100\%$	X		X		X		
2	Dimensión 2: Capacitación.  $EA = \left(\frac{NF - NI}{NI}\right) \times 100\%$	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>							
3	Dimensión 1: Fiabilidad  $MTBF = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de fallos}}$	X		X		X		
4	Dimensión 2: Mantenibilidad  $MTTR = \frac{\text{Tiempo en reparar averías}}{\text{Número de fallos}}$	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):**   HAY SUFICIENCIA  

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

**Apellidos y nombres del juez validador:** Molina Vilchez, Jaime Enrique

**DNI:** 06019540

**Especialidad del validador:** Ingeniero Industrial CIP 100497

20 de octubre 2022

- <sup>1</sup> **Coherencia:** El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo  
<sup>2</sup> **Relevancia:** El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo  
<sup>3</sup> **Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

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

  
**Firma del Experto Informante.**



## Anexo 6 - Validación de juicio de experto 3



### c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
1	Dimensión 1: Mantenimiento planificado $MP = \frac{(HMP)}{(IHM)} \times 100\%$	X		X		X		
2	Dimensión 2: Capacitación. $EA = \left( \frac{NF - NI}{NI} \right) \times 100\%$	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: DISPONIBILIDAD</b>							
3	Dimensión 1: Fiabilidad $MI_{BF} = \frac{\text{Tiempo de operación}}{\text{Número de fallos}}$	X		X		X		
4	Dimensión 2: Mantenibilidad $MI_{IK} = \frac{\text{Tiempo en reparar averías}}{\text{Número de fallos}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

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

Apellidos y nombres del juez validador. Diaz Dumont, Jorge Rafael DNI: 08698815

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial CIP

20 de noviembre 2022

Dr. Jorge Rafael Diaz Dumont (PhD)  
INVESTIGADOR CENCIA Y TECNOLOGIA  
SINACYT - REGISTRO REGINA 15697

<sup>1</sup>Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

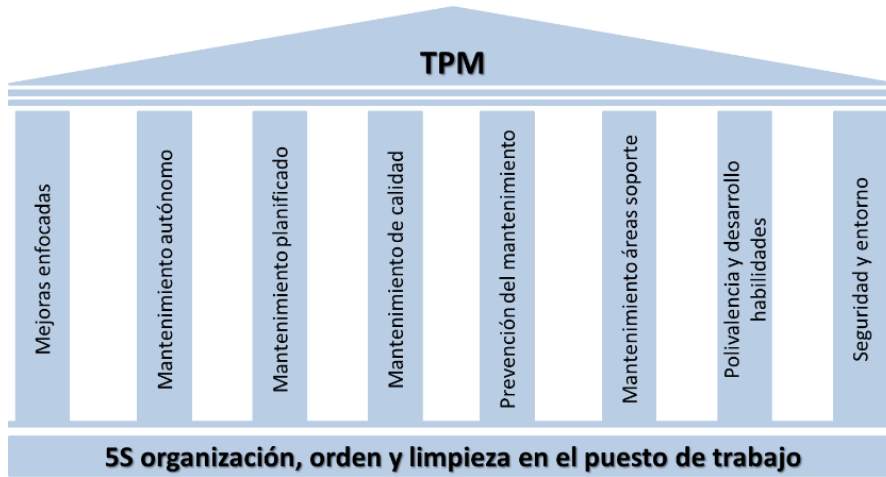
<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

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

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

Firma del Experto Informante.

## Anexo 8 – Los ocho pilares del TPM



## Anexo 9 – Indicadores de mantenimiento



Fuente: Gonzáles Fernández

Anexo 10 - Base de datos Mtto. Planificado - Pre test – febrero

MANTENIMIENTO PLANIFICADO - FEBRERO 2022																			
Dias	Cantidad de Fallos																	Total en minutos	Total en Horas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	35	35	35	20	15	42	42	42	42	42								350	5.8
2	25	50	29	29	29	45	30	36	36									309	5.2
3	25	50	50	50	50	45	30	10										310	5.2
4	10	50	40	40	120	120	120	85	25	30								640	10.7
5	15	30	30	45	10	15	30	33										208	3.5
6																		0	0.0
7	37	37	37	30	15	15	10	10	45	25								261	4.4
8	70	26	45	28	30	10	10	130										349	5.8
9	40	45	45	20	10	30	40	40										270	4.5
10	30	30	30	25	30	30	30	25	15	25	30	20	20	20	70	10	10	450	7.5
11	25	23	15	15	15	15	20	30	25									183	3.1
12	45	30	15	15	23	40	17	17	17	30								249	4.2
13																		0	0.0
14	30	30	60	30	27	45	40	73	20	20	25							400	6.7
15	10	10	20	25	15	165												245	4.1
16	40	20	20	110	40	15	15	35										295	4.9
17	30	60	25	25	20	45	105	30										340	5.7
18	30	32	15	15	50	48	48	48	48	60	60	15						469	7.8
19	20	20	50	40	10	10	60	30										240	4.0
20																		0	0.0
21	35	35	35	35	35	35	35	35	55	55	15	15						420	7.0
22	90	60	60	60	25	25	40	40	40									440	7.3
23	30	30	30	30	20	106	80	20	20	25	20	20	20	85				536	8.9
24	25	25	57	60	60	85	60	20										392	6.5
25	35	45	30	35	40	55	25	45										310	5.2
26	15	30	50	110	15	15	35	25	15	35								345	5.8
27																		0	0.0
28	25	35	29	38	10	10	45	125	15	15	20	25						392	6.5
29																		0	0.0
30																		0	0.0
																		8403	140.05

	Horas
Horas de mantenimiento correctivo	140.1
Horas de Mtto planificado (HMP)	24
Total de horas de Mtto (THM)	164.1
Mantenimiento Planificado (MP)	15%

Anexo 11 - Base de datos Mtto. Planificado - Pre test – marzo

MANTENIMIENTO PLANIFICADO - MARZO 2022																			
Dias	Cantidad de Fallos																	Total en minutos	Total en Horas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	30	150	15	25	40	120												380	6.3
2	20	35	15	25	30	420	20											565	9.4
3	20	30	20	20	25	480												595	9.9
4	20	30	15	30	30	50	40	25	15	20	20							295	4.9
5	20	25	30	30	15	35	25	20	80									280	4.7
6																		0	0.0
7	20	15	30	30	30	45	20	20	25	25								260	4.3
8	15	15	30	30	25	45	40	20	60									280	4.7
9	30	35	30	31	30	20	60	60										296	4.9
10	20	20	20	30	30	20	28	30	29	30								257	4.3
11	15	30	30	29	20	84	20	30										258	4.3
12	30	30	30	35	20	25	15											185	3.1
13																		0	0.0
14	10	10	10	10	35	30	30	35	20	40	30							260	4.3
15	25	26	20	20	17	40	40	22	15									225	3.8
16	20	20	27	15	25	40	40	40	20	25	25							297	5.0
17	27	20	29	29	40	40	50	60	35									330	5.5
18	15	15	15	35	140	25	15	15										275	4.6
19	15	15	20	20	30	60	35	38										233	3.9
20																		0	0.0
21																		0	0.0
22																		0	0.0
23	35	35	35	105	85	25	22	38										380	6.3
24	15	15	40	40	40	20	35	20	40	80	21							366	6.1
25	25	25	25	15	15	39	30	35	25									234	3.9
26	30	30	30	30	45	15	15	15										210	3.5
27																		0	0.0
28	30	35	20	20	15	15	20	25	30									210	3.5
29	25	20	100	20	20	32												217	3.6
30																		0	0.0
																		6888	114.8

	Horas
Horas de mantenimiento correctivo	114.8
Horas de Mtto planificado (HMP)	24
Total de horas de Mtto (THM)	138.8
Mantenimiento Planificado (MP)	17%

Anexo 12 - Base de datos Mtto. Planificado - Pre test – abril

MANTENIMIENTO PLANIFICADO - ABRIL 2022																			
Dias	Cantidad de Fallos																	Total en minutos	Total en Horas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1																		0	0.0
2																		0	0.0
3																		0	0.0
4	20	20	25	28	49	80	105	35	25	15								402	6.7
5	15	15	20	100	40	50	25	25	34	90								414	6.9
6	20	20	30	30	20	10	30	30	30	45								265	4.4
7	15	15	20	40	40	40	80	15	50	30	25	45	25					440	7.3
8	20	40	40	50	50	25	100	60	30	30	120	30	140					735	12.3
9	15	15	40	40	60	80	20	25	70									365	6.1
10																		0	0.0
11	10	10	20	20	47	30	70	30	25									262	4.4
12	20	10	10	50	50	35	40	40	160	15								430	7.2
13	30	30	35	30	15	15	60	20	20	20								275	4.6
14	35	37	15	15	30	20	15	15										182	3.0
15																		0	0.0
16																		0	0.0
17																		0	0.0
18	30	15	15	68	90	36	36	73	40	40								443	7.4
19	20	20	15	15	21	20	32	25	35	30	25	25						283	4.7
20	10	10	20	25	25	30	30	40	20	20								230	3.8
21	20	20	15	15	27	60	60	60	30	30	25							362	6.0
22	15	15	15	15	120	57	43	25	25	30								360	6.0
23	25	25	15	15	30	25	30	15										180	3.0
24																		0	0.0
25	60	15	15	35	20	20	20	25	25	15	15							265	4.4
26	30	30	30	60	60	30	20	15	15	20								310	5.2
27	10	10	10	10	65	35	25	25	20	20	35							265	4.4
28	15	15	35	35	20	30	15	15	20	60								260	4.3
29	20	10	15	30	10	15	65	35	45	27	40							312	5.2
30	100	37	35	25	20	20	15	15	25									292	4.9
																		7332	122.2

	Horas
Horas de mantenimiento correctivo	122.2
Horas de Mtto planificado (HMP)	24
Total de horas de Mtto (THM)	146.2
Mantenimiento Planificado (MP)	16%

## Anexo 13 - Base de datos Disponibilidad, Fiabilidad y mantenibilidad

Pre test – febrero

REPORTE DE PARADA DE MAQUINA							
Feb-22							
Maquina 3 -Maquina ENV 003							
Dias	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de operación (Horas)	N° Fallos	Fiabilidad MTBF	Tiempo de reparacion (Horas)	Mantenibilidad MTTR	Disponibilidad %
1	24	18.2	10	1.8	5.8	0.6	76%
2	24	18.9	9	2.1	5.2	0.6	79%
3	24	18.8	8	2.4	5.2	0.6	78%
4	24	13.3	10	1.3	10.7	1.1	56%
5	24	20.5	8	2.6	3.5	0.4	86%
6	DOMINGO NO LABORABLE						
7	24	19.7	10	2.0	4.4	0.4	82%
8	24	18.2	8	2.3	5.8	0.7	76%
9	24	19.5	8	2.4	4.5	0.6	81%
10	24	16.5	17	1.0	7.5	0.4	69%
11	24	21.0	9	2.3	3.1	0.3	87%
12	24	19.9	10	2.0	4.2	0.4	83%
13	DOMINGO NO LABORABLE						
14	24	17.3	11	1.6	6.7	0.6	72%
15	24	19.9	6	3.3	4.1	0.7	83%
16	24	19.1	8	2.4	4.9	0.6	80%
17	24	18.3	8	2.3	5.7	0.7	76%
18	24	16.2	12	1.3	7.8	0.7	67%
19	24	20.0	8	2.5	4.0	0.5	83%
20	DOMINGO NO LABORABLE						
21	24	17.0	12	1.4	7.0	0.6	71%
22	24	16.7	9	1.9	7.3	0.8	69%
23	24	15.1	14	1.1	8.9	0.6	63%
24	24	17.5	8	2.2	6.5	0.8	73%
25	24	18.8	8	2.4	5.2	0.6	78%
26	24	18.3	10	1.8	5.8	0.6	76%
27	DOMINGO NO LABORABLE						
28	24	17.5	12	1.5	6.5	0.5	73%
29	NO EXISTE EN EL CALENDARIO						
30	NO EXISTE EN EL CALENDARIO						
	<b>576.0</b>	<b>436.0</b>		<b>1.99</b>	<b>140.1</b>	<b>0.61</b>	<b>76%</b>

Anexo 14 - Base de datos Disponibilidad, Fiabilidad y mantenibilidad

Pre test – marzo

REPORTE DE PARADA DE MAQUINA							
Mar-22							
Maquina 3 -Maquina ENV 003							
Dias	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de operación (Horas)	N° Fallos	Fiabilidad MTBF	Tiempo de reparacion (Horas)	Mantenibilidad MTTR	Disponibilidad %
1	24	17.7	6	2.9	6.3	1.1	74%
2	24	14.9	6	2.5	9.1	1.5	62%
3	24	14.1	6	2.3	9.9	1.7	59%
4	24	19.1	11	1.7	4.9	0.4	80%
5	24	19.3	9	2.1	4.7	0.5	81%
6	DOMINGO NO LABORABLE						
7	24	19.7	10	2.0	4.3	0.4	82%
8	24	19.3	9	2.1	4.7	0.5	81%
9	24	19.1	8	2.4	4.9	0.6	79%
10	24	19.7	10	2.0	4.3	0.4	82%
11	24	19.7	8	2.5	4.3	0.5	82%
12	24	20.9	7	3.0	3.1	0.4	87%
13	DOMINGO NO LABORABLE						
14	24	19.7	11	1.8	4.3	0.4	82%
15	24	20.3	9	2.3	3.8	0.4	84%
16	24	19.1	11	1.7	5.0	0.5	79%
17	24	18.5	9	2.1	5.5	0.6	77%
18	24	19.4	8	2.4	4.6	0.6	81%
19	24	20.1	8	2.5	3.9	0.5	84%
20	DOMINGO NO LABORABLE						
21	NO LABORABLE						
22	NO LABORABLE						
23	24	17.7	8	2.2	6.3	0.8	74%
24	24	17.9	11	1.6	6.1	0.6	75%
25	24	20.1	9	2.2	3.9	0.4	84%
26	24	20.5	8	2.6	3.5	0.4	85%
27	DOMINGO NO LABORABLE						
28	24	20.5	9	2.3	3.5	0.4	85%
29	24	20.4	6	3.4	3.6	0.6	85%
30	NO LABORABLE						
	<b>552.0</b>	<b>437.5</b>		<b>2.29</b>	<b>114.5</b>	<b>0.62</b>	<b>79%</b>



Anexo 15 - Base de datos Disponibilidad, Fiabilidad y mantenibilidad

Pre test – abril

REPORTE DE PARADA DE MAQUINA							
Abr-22							
Maquina 3 -Maquina ENV 003							
Dias	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de operación (Horas)	N° Fallos	Fiabilidad MTBF	Tiempo de reparacion (Horas)	Mantenibilidad MTTR	Disponibilidad %
1	NO LABORABLE						
2	NO LABORABLE						
3	DOMINGO NO LABORABLE						
4	24	17.3	10	1.7	6.7	0.7	72%
5	24	17.1	10	1.7	6.9	0.7	71%
6	24	19.6	10	2.0	4.4	0.4	82%
7	24	16.7	13	1.3	7.3	0.6	69%
8	24	11.8	13	0.9	12.3	0.9	49%
9	24	17.9	9	2.0	6.1	0.7	75%
10	DOMINGO NO LABORABLE						
11	24	19.6	9	2.2	4.4	0.5	82%
12	24	16.8	10	1.7	7.2	0.7	70%
13	24	19.4	10	1.9	4.6	0.5	81%
14	24	21.0	8	2.6	3.0	0.4	87%
15	NO LABORABLE						
16	NO LABORABLE						
17	DOMINGO NO LABORABLE						
18	24	16.6	10	1.7	7.4	0.7	69%
19	24	19.3	12	1.6	4.7	0.4	80%
20	24	20.2	10	2.0	3.8	0.4	84%
21	24	18.0	11	1.6	6.0	0.5	75%
22	24	18.0	10	1.8	6.0	0.6	75%
23	24	21.0	8	2.6	3.0	0.4	88%
24	DOMINGO NO LABORABLE						
25	24	19.6	11	1.8	4.4	0.4	82%
26	24	18.8	10	1.9	5.2	0.5	78%
27	24	19.6	11	1.8	4.4	0.4	82%
28	24	19.7	10	2.0	4.3	0.4	82%
29	24	18.8	11	1.7	5.2	0.5	78%
30	24	19.1	9	2.1	4.9	0.5	80%
	<b>528.0</b>	<b>405.8</b>		<b>1.85</b>	<b>122.2</b>	<b>0.54</b>	<b>77%</b>

Anexo 16 - Base de datos Mtto. Planificado - Post test – agosto

MANTENIMIENTO PLANIFICADO - AGOSTO 2022																			
Dias	Cantidad de Fallos																	Total en minutos	Total en Horas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	15	23	20	37	55													150	2.5
2	55	40	50	29	35													209	3.5
3	40	25	45	35	40	30												215	3.6
4	35	30	40	40	30	30	45											250	4.2
5	50	30	35	35														150	2.5
6																		0	0.0
7																		0	0.0
8	20	15	15	15	25	20	10											120	2.0
9	10	10	15	20	20	15	10	20										120	2.0
10	15	10	19	10	25													79	1.3
11	30	20	28	12														90	1.5
12	30	20	28	12	17	14												121	2.0
13	18	14	34	15	15													96	1.6
14																			
15	35	29	40	31														135	2.3
16	28	12	30	16	10													96	1.6
17	15	11	10	14	17	20	23											110	1.8
18	10	29	20	10														69	1.2
19	25	14	25	15	25	36												140	2.3
20	50	35	50	30	35													200	3.3
21																			
22	55	40	50	29	35	41												250	4.2
23	25	30	45	35	35	30	40	45										285	4.8
24	40	45	35	40	30													190	3.2
25	54	60	60	50	50													274	4.6
26	60	45	55	43	45	42												290	4.8
27	30	60	39	31	37	33	60											290	4.8
28																			
29	15	12	10	14	19	20	30											120	2.0
30																			
																		4049	67.5

	Horas
Horas de mantenimiento correctivo	67.5
Horas de Mtto planificado (HMP)	24
Total de horas de Mtto (THM)	91.5
Mantenimiento Planificado (MP)	26%

Anexo 17 - Base de datos Mtto. Planificado - Post test – setiembre

MANTENIMIENTO PLANIFICADO - SETIEMBRE 2022																			
Dias	Cantidad de Fallos																	Total en minutos	Total en Horas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	75	80	55	40														250	4.2
2	38	64	50															152	2.5
3	73	28	35	39	46													221	3.7
4																			
5	17	26	55	20	25													143	2.4
6	62	26	44	20														152	2.5
7	45	31	34	25	20	25												180	3.0
8	30	25	30	35	20	30												170	2.8
9	39	57	30	35	35	40	60											296	4.9
10	30	15	25	20														90	1.5
11																			
12	40	50	34	36														160	2.7
13	35	45	35	20	55													190	3.2
14	25	20	30	20	35	30	20											180	3.0
15	20	25	38	40	35	32												190	3.2
16	18	15	25	35	35	28												156	2.6
17	50	43	57	40														190	3.2
18																			
19	30	40	44	33	29													176	2.9
20	45	40	35	30	50													200	3.3
21	25	30	35	25	45	16												176	2.9
22	30	35	48	40	35	21	51	40										300	5.0
23	35	20	35	45	35	28	52	30										280	4.7
24	50	39	41	40	30	25												225	3.8
25																			
26	45	35	47	23	60													210	3.5
27	25	45	25	40	50	25												210	3.5
28	23	30	35	30	45													163	2.7
29	30	38	45	41	35	28												217	3.6
30	40	50	50	45	35	27	33											280	4.7
																		5157	86.0

	Horas
Horas de mantenimiento correctivo	86.0
Horas de Mtto planificado (HMP)	24
Total de horas de Mtto (THM)	109.95
Mantenimiento Planificado (MP)	22%

Anexo 18 - Base de datos Mtto. Planificado - Post test – octubre

MANTENIMIENTO PLANIFICADO - OCTUBRE 2022																			
Dias	Cantidad de Fallos																	Total en minutos	Total en Horas
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	20	36	37	20	35	31	42	40										261	4.4
2																		0	0.0
3	25	25	30	15														95	1.6
4	39	41	35	50	44	41												250	4.2
5	50	51	28	32	35	31	23											250	4.2
6	33	26	36	20	30	26												171	2.9
7	35	36	50	20	35	25	59											260	4.3
8																			
9																			
10	50	40	30	25	45													190	3.2
11	29	35	46	30														140	2.3
12	60	51	42	48	40													241	4.0
13	40	39	36	50														165	2.8
14	29	36	25															90	1.5
15	44	56	35	32	23	30												220	3.7
16																		0	0.0
17	36	25	40	30														131	2.2
18	33	25	50	60	55	52												275	4.6
19	25	25	36	23	20	30	30											189	3.2
20	48	45	30	30	55													208	3.5
21	55	35	60	31	30	32												243	4.1
22	20	25	35	20														100	1.7
23																			
24	30	25	20															75	1.3
25	61	29	33	38	36													197	3.3
26	37	30	40	55	25	28												215	3.6
27	25	39	39	20														123	2.1
28	35	40	25	25	44													169	2.8
29	22	28	20	20														90	1.5
30																			
																		4348	72.5

	Horas
Horas de mantenimiento correctivo	72.5
Horas de Mtto planificado (HMP)	24
Total de horas de Mtto (THM)	96.5
Mantenimiento Planificado (MP)	25%

Anexo 19 - Base de datos Disponibilidad, Fiabilidad y mantenibilidad

Post test – agosto

REPORTE DE PARADA DE MAQUINA							
Ago-22							
Maquina 3 -Maquina ENV 003							
Dias	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de operación (Horas)	N° Fallos	Fiabilidad MTBF	Tiempo de reparacion (Horas)	Mantenibilidad MTTR	Disponibilidad %
1	24	22.3	3	7.4	1.7	0.6	93%
2	24	20.5	5	4.1	3.5	0.7	85%
3	24	20.4	6	3.4	3.6	0.6	85%
4	24	19.9	7	2.8	4.1	0.6	83%
5	24	21.5	4	5.4	2.5	0.6	90%
6	NO LABORABLE FERIADDO						
7	DOMINGO NO LABORABLE						
8	24	22.0	7	3.1	2.0	0.3	92%
9	24	22.0	8	2.8	2.0	0.3	92%
10	24	22.7	5	4.5	1.3	0.3	95%
11	24	22.5	4	5.6	1.5	0.4	94%
12	24	22.3	6	3.7	1.7	0.3	93%
13	24	22.4	5	4.5	1.6	0.3	93%
14	DOMINGO NO LABORABLE						
15	24	21.8	4	5.4	2.3	0.6	91%
16	24	22.4	5	4.5	1.6	0.3	93%
17	24	22.2	8	2.8	1.8	0.2	92%
18	24	22.9	4	5.7	1.2	0.3	95%
19	24	21.7	6	3.6	2.3	0.4	90%
20	24	20.7	5	4.1	3.3	0.7	86%
21	DOMINGO NO LABORABLE						
22	24	19.8	6	3.3	4.2	0.7	83%
23	24	21.5	8	2.7	2.5	0.3	90%
24	24	20.8	5	4.2	3.2	0.6	87%
25	24	19.4	5	3.9	4.6	0.9	81%
26	24	19.2	6	3.2	4.8	0.8	80%
27	24	19.2	7	2.7	4.8	0.7	80%
28	DOMINGO NO LABORABLE						
29	24	22.0	7	3.1	2.0	0.3	92%
30	NO LABORABLE FERIADDO						
	<b>576.0</b>	<b>512.0</b>		<b>4.03</b>	<b>64.0</b>	<b>0.48</b>	<b>89%</b>

Anexo 20 - Base de datos Disponibilidad, Fiabilidad y mantenibilidad

Post test – setiembre

REPORTE DE PARADA DE MAQUINA							
Set-22							
Maquina 3 -Maquina ENV 003							
Dias	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de operación (Horas)	N° Fallos	Fiabilidad MTBF	Tiempo de reparacion (Horas)	Mantenibilidad MTTR	Disponibilidad %
1	24	19.8	4	5.0	4.2	1.0	83%
2	24	21.5	3	7.2	2.5	0.8	89%
3	24	20.3	5	4.1	3.7	0.7	85%
4	DOMINGO NO LABORABLE						
5	24	23.2	5	4.6	0.8	0.2	97%
6	24	21.5	4	5.4	2.5	0.6	89%
7	24	21.0	6	3.5	3.0	0.5	88%
8	24	21.2	6	3.5	2.8	0.5	88%
9	24	19.1	7	2.7	4.9	0.7	79%
10	24	22.8	4	5.7	1.2	0.3	95%
11	DOMINGO NO LABORABLE						
12	24	21.3	4	5.3	2.7	0.7	89%
13	24	20.8	5	4.2	3.2	0.6	87%
14	24	21.0	7	3.0	3.0	0.4	88%
15	24	20.8	6	3.5	3.2	0.5	87%
16	24	21.4	6	3.6	2.6	0.4	89%
17	24	21.3	4	5.3	2.7	0.7	89%
18	DOMINGO NO LABORABLE						
19	24	21.1	5	4.2	2.9	0.6	88%
20	24	20.7	5	4.1	3.3	0.7	86%
21	24	21.1	6	3.5	2.9	0.5	88%
22	24	20.7	8	2.6	3.3	0.4	86%
23	24	19.3	8	2.4	4.7	0.6	81%
24	24	20.3	6	3.4	3.8	0.6	84%
25	DOMINGO NO LABORABLE						
26	24	20.5	5	4.1	3.5	0.7	85%
27	24	20.5	6	3.4	3.5	0.6	85%
28	24	23.2	5	4.6	0.8	0.2	97%
29	24	20.4	6	3.4	3.6	0.6	85%
30	24	19.3	7	2.8	4.7	0.7	81%
	<b>624.0</b>	<b>544.0</b>		<b>4.04</b>	<b>80.0</b>	<b>0.57</b>	<b>87%</b>

Anexo 21 - Base de datos Disponibilidad, Fiabilidad y mantenibilidad

Post test – octubre

REPORTE DE PARADA DE MAQUINA							
Oct-22							
Maquina 3 -Maquina ENV 003							
Dias	Tiempo planificado (Horas)	Tiempo de operación (Horas)	N° Fallos	Fiabilidad MTBF	Tiempo de reparacion (Horas)	Mantenibilidad MTTR	Disponibilidad %
1	24	22.0	8	2.8	2.0	0.3	92%
2	DOMINGO NO LABORABLE						
3	23	21.4	4	5.4	1.6	0.4	93%
4	24	21.7	6	3.6	2.3	0.4	91%
5	24	21.4	7	3.1	2.6	0.4	89%
6	24	21.2	6	3.5	2.9	0.5	88%
7	24	19.7	7	2.8	4.3	0.6	82%
8	NO LABORABLE						
9	DOMINGO NO LABORABLE						
10	24	20.8	5	4.2	3.2	0.6	87%
11	24	21.7	4	5.4	2.3	0.6	90%
12	24	20.0	5	4.0	4.0	0.8	83%
13	24	21.3	4	5.3	2.8	0.7	89%
14	24	22.5	3	7.5	1.5	0.5	94%
15	25	21.3	6	3.6	3.7	0.6	85%
16	DOMINGO NO LABORABLE						
17	24	21.8	4	5.5	2.2	0.5	91%
18	24	21.0	6	3.5	3.0	0.5	88%
19	24	20.9	7	3.0	3.2	0.5	87%
20	24	20.5	5	4.1	3.5	0.7	86%
21	24	21.5	6	3.6	2.5	0.4	90%
22	24	22.3	4	5.6	1.7	0.4	93%
23	DOMINGO NO LABORABLE						
24	24	22.8	3	7.6	1.3	0.4	95%
25	24	20.7	5	4.1	3.3	0.7	86%
26	24	20.4	6	3.4	3.6	0.6	85%
27	24	22.0	4	5.5	2.1	0.5	91%
28	24	21.2	5	4.2	2.8	0.6	88%
29	24	22.5	4	5.6	1.5	0.4	94%
30	DOMINGO NO LABORABLE						
	<b>576.0</b>	<b>512.5</b>		<b>4.45</b>	<b>63.5</b>	<b>0.52</b>	<b>89%</b>

## Anexo 22 – Calculadora de tamaño de muestra

**Determinar el tamaño de la muestra**

Nivel de confianza:	95% ▾	<a href="#">i</a>
Tamaño de la población:	90	<a href="#">i</a>
Proporción:	0.5	<a href="#">i</a>
<input type="radio"/> Intervalo de confianza:	0.02940	<a href="#">i</a>
Superior	0.52940	
Más bajo	0.47060	
<input type="radio"/> Error estándar	0.01500	<a href="#">i</a>
<input checked="" type="radio"/> Error estándar relativo	3	<a href="#">i</a>
<input type="radio"/> Tamaño de la muestra:	83	<a href="#">i</a>

**Calcular**      **Claro**





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MOLINA VILCHEZ JAIME ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: Aplicación de TPM para incrementar la disponibilidad de los equipos de la línea de fabricación de caramelos duros, Chancay 2022, cuyos autores son JARA CLAUDIO OSWALDO HIMBLER, ORTIZ ORTEGA JAIR HAIRO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 27 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MOLINA VILCHEZ JAIME ENRIQUE <b>DNI:</b> 06019540 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7320-0618	Firmado electrónicamente por: MVILCHEZJA el 22- 12-2022 18:59:09

Código documento Trilce: TRI - 0456594