



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar
la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTORES:

Lapa Pariona, Andriu Alexander (ORCID: 0000-0002-0058-7855)

Santiago Hermitaño, Fredy Antonio (ORCID: 0000-0002-1815-1953)

ASESOR:

Dr. Almonte Ucañan, Hernán Gonzalo (ORCID: 0000-0003-4719-284)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera y quien me dio las fuerzas necesarias para este largo proceso, a mi padre que se encuentra en el cielo, ya que me enseñó a que el esfuerzo siempre trae recompensas, mi madre por sus palabras y compañía todos los días sin ningún cansancio, y a mis hermanos que son la ayuda idónea.

Agradecimiento

Gracias a Dios porque dispuso el conocimiento que necesitaba para la realización de este informe, a mi familia en general que fue mi sustento, a mi compañero Andriu Lapa que más que un compañero es como un hermano, y agradecido con mi asesor Mg. Hernán Gonzalo Almonte Ucañan, que nos brindó la ayuda necesaria y la motivación.

Índice de contenido

Caratula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA	22
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	22
3.2. Variable y operacionalización	23
3.3. Población Muestra, y muestreo	27
3.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos.....	28
3.5. Procedimiento.....	29
3.6. Método de análisis de datos.....	31
3.7. Aspectos éticos	36
IV. RESULTADOS.....	37
4.1. Situación inicial	37
4.2. Implementación de la propuesta	59
4.3. Estadística Descriptiva.....	92
4.4. Estadística Inferencial	101
4.5. Prueba de Hipótesis.....	106
V. DISCUSIÓN	112
VI. CONCLUSIONES	114
VII. RECOMENDACIONES	115
REFERENCIAS.....	116
ANEXOS	123

Índice de tablas

Tabla 1. Empresa INOXITEC S.A.C.	3
Tabla 2. Causas más relevantes que ocasionan una baja productividad en INOXITEC S.A.C.	5
Tabla 3. Matriz de Correlación	6
Tabla 4. Causas más relevantes según porcentaje acumulado	7
Tabla 5. Frecuencia de áreas.....	9
Tabla 6. Estratificación de áreas	9
Tabla 7. Matriz de priorización	11
Tabla 8. Matriz de operacionalización de variables.....	26
Tabla 9. Tabla de correlación	29
Tabla 10. Nivel de confianza - Valores de Z.....	35
Tabla 11. DAP de fabricación de congeladores industriales.	39
Tabla 12. Datos del mes de octubre.....	41
Tabla 13. Tiempo de parada por mantenimiento no programado de octubre.	42
Tabla 14. Tiempo de parada por mantenimiento los domingos de octubre.	42
Tabla 15. “Eficiencia” Pre –Test	43
Tabla 16. “Eficacia” Pre –Test	45
Tabla 17. “Productividad” Pre –Test.....	47
Tabla 18. “Fiabilidad” Pre –Test	49
Tabla 19. “Disponibilidad” Pre –Test	50
Tabla 20. “Indicadores de octubre” Pre –Test	51
Tabla 21. Causas que producen una baja productividad según el 80-20.....	52
Tabla 22. Actividades y condiciones de las partes de la (Tronzadora).....	53
Tabla 23. Actividades y condiciones de las partes de la (plegadora)	53
Tabla 24. Posibilidades de solución frente a las causas mostradas.....	55
Tabla 25. Ficha técnica de la máquina	57
Tabla 26. Programación de actividades	58
Tabla 27. Reporte de mantenimiento	59
Tabla 28. Hora y fecha de las capacitaciones	74
Tabla 29. Cronograma de la implementación.....	77
Tabla 30. Datos mes de marzo	78

Tabla 31. Tiempo de parada por mantenimiento no programado de marzo.....	79
Tabla 32. Tiempo de parada por mantenimiento los domingos de marzo	79
Tabla 33. “Eficiencia” Post –Test.....	80
Tabla 34. “Eficacia” Post –Test	82
Tabla 35. “Productividad” Post –Test	84
Tabla 36. “Fiabilidad” Post –Test.....	86
Tabla 37. “Disponibilidad” Post –Test.....	87
Tabla 38. “Indicadores de marzo” Post –Test.....	88
Tabla 39. Comparativa entre antes y después – Eficiencia.....	89
Tabla 40. Comparativa entre antes y después – Eficacia	90
Tabla 41. Comparativa entre antes y después – Productividad	91
Tabla 42. “Fiabilidad” Estadístico Descriptivo.....	93
Tabla 43. “Fiabilidad” Pre –Test y Post –Test	93
Tabla 44. “Disponibilidad” Estadístico Descriptivo.....	94
Tabla 45. “Disponibilidad” Pre –Test y Post –Test	95
Tabla 46. “Productividad” Estadístico descriptivo	96
Tabla 47. “Productividad” Pre – Test y Post –Test	97
Tabla 48. “Eficiencia” Estadístico descriptivo	98
Tabla 49. “Eficiencia” Pre –Test y Post –Test	98
Tabla 50. “Eficacia” Estadístico descriptivo	99
Tabla 51. “Eficacia” Pre –Test y Post –Test	100
Tabla 52. Prueba de normalidad productividad	101
Tabla 53. Prueba de normalidad eficiencia	103
Tabla 54. Prueba de normalidad eficacia	105
Tabla 55. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon - Productividad	107
Tabla 56. Prueba estadística – Productividad	107
Tabla 57. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon – Eficiencia	108
Tabla 58. Prueba estadística – Eficiencia.....	109
Tabla 59. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon – Eficacia.....	110
Tabla 60. Prueba estadística – Eficacia	110

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama Ishikawa INOXITEC S.A.C.....	4
Figura 2. Diagrama de Pareto	8
Figura 3. Estratificación de causas.....	10
Figura 4. Campana de Gauss	36
Figura 5. Organigrama de la empresa INOXITEC S.A.C.....	38
Figura 6. Localización geográfica INOXITEC S.A.C.....	38
Figura 7. Señal que requieren mantenimiento preventivo.	40
Figura 8. Gráfico de tendencia – Eficiencia antes	44
Figura 9. Gráfico de tendencia – Eficacia antes	46
Figura 10. Gráfico de tendencia – Productividad antes.....	48
Figura 11. Gráfico pre –Test – Antes	51
Figura 12. Muestra para codificación de la tronadora.....	56
Figura 13. Muestra del inventario	56
Figura 14. Muestra de compra de repuestos.....	57
Figura 15. Documentos de la maquina tronadora y plegadora	60
Figura 16. Codificación de la tronadora TRO – 002 – NIV.....	61
Figura 17. Codificación de la plegadora PLE – 001 – NIV1.....	62
Figura 18. Inventario de las máquinas de la empresa	63
Figura 19. Formato de inventariado realizado en el área de producción.....	64
Figura 20. Ficha técnica de la tronadora y sus especificaciones.....	65
Figura 21. Ficha técnica de la plegadora y sus especificaciones.....	66
Figura 22. Stock repuesto de piezas	67
Figura 23. Limpieza general del embocinado de campo del motor	69
Figura 24. Prueba de continuidad y aislamiento.....	69
Figura 25. Mantenimiento y limpieza general	70
Figura 26. Mantenimiento de la bomba hidráulica.....	70
Figura 27. Mantenimiento y cambio de aceite de los pistones hidráulicos	71
Figura 28. Manuales de mantenimiento a desarrollar	71
Figura 29. Frecuencia de las operaciones de las acciones a efectuar	72
Figura 30. Responsables del plan de mantenimiento.....	73

Figura 31. Capacitación y entrenamiento del personal	74
Figura 32. Reporte de mantenimiento efectuado	75
Figura 33. Promoviendo el mantenimiento preventivo.....	76
Figura 34. Gráfico de tendencia – Eficiencia después	81
Figura 35. Gráfico de tendencia – Eficacia después	83
Figura 36. Gráfico de tendencia – Productividad después	85
Figura 37. Gráfico post –Test	88
Figura 38. Tendencia pre –Test y post –Test – Eficiencia.....	89
Figura 39. Tendencia pre –Test y post –Test – Eficacia	90
Figura 40. Tendencia pre –Test y post –Test – Productividad	92
Figura 41. Gráfico de fiabilidad pre –Test y post –Test	94
Figura 42. Gráfico de disponibilidad pre –Test y post –Test.....	95
Figura 43. Gráfico de productividad pre –Test y post –Test.....	97
Figura 44. Gráfico de eficiencia pre –Test y post –Test	99
Figura 45. Gráfico de eficacia pre – Test y post – Test	100
Figura 46. Histograma pre –Test –Productividad	102
Figura 47. Histograma post –Test – Productividad.....	103
Figura 48. Histograma pre –Test – Eficiencia.....	104
Figura 49. Histograma post –Test – Eficiencia	104
Figura 50. Histograma pre –Test – Eficacia	105
Figura 51. Histograma post –Test – Eficacia.....	106
Figura 52. Campana de Gauss – Productividad.....	107
Figura 53. Campana de Gauss – Eficiencia.	109
Figura 54. Campana de Gauss – Eficacia	111

Resumen

“Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021” cuya dedicación es la producción de piezas metálicas en acero inoxidable, en este informe de investigación el objetivo principal es formular cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad en la empresa, y asimismo aumentar la fiabilidad y disponibilidad de las maquinarias así reduciendo fallos imprevistos, tiempos muertos.

La metodología del informe de investigación es de tipo aplicada y un diseño Experimental -Pre-Experimental, con un enfoque cuantitativo, en el trascurso del desarrollo del análisis de estudio se optó por las dos máquinas tronzadora y plegadora para ver su producción diaria, y obtener datos de su eficiencia y eficacia para luego analizar en el Pre-Test y post-Test. Se tiene como población todas las piezas metálicas producidas en acero inoxidable, una muestra 31 días, y el tipo de muestreo es no probabilístico. Los datos obtenidos para el estudio se introdujeron en el programa estadístico SPSS y los resultados se procesaron para determinar si se aceptaba o rechazaba la hipótesis. Finalmente, se concluye que al obtener los resultados se demuestra que la producción de la empresa aumentó en un 18.86%, por lo que se admite la hipótesis general, por lo tanto, la implementación del mantenimiento preventivo aumenta la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C.

Palabras Clave: productividad, Eficiencia, Eficacia, Fiabilidad, Disponibilidad

Abstract

“Implementation of a preventive maintenance plan to increase productivity in the company INOXITEC S.A.C. Ancón 2021” whose dedication is the production of metal parts in stainless steel, in this research report the main objective is to formulate how the implementation of a preventive maintenance plan increases productivity in the company, and also increase the reliability and availability of the machinery thus reducing unforeseen failures, downtime.

The methodology of the research report is of an applied type and an Experimental - Pre-Experimental design, with a quantitative approach, in the course of the development of the study analysis, the two cutting and folding machines were chosen to see their daily production, and obtain data of its efficiency and effectiveness to later analyze in the Pre-Test and post-Test. The population is all the metal parts produced in stainless steel, a 31-day sample, and the type of sampling is non-probabilistic. The data obtained for the study were entered into the SPSS statistical program and the results were processed to determine whether the hypothesis was accepted or rejected. Finally, it is concluded that when obtaining the results, it is shown that the company's production increased by 18.86%, so the general hypothesis is supported, therefore, the implementation of preventive maintenance increases productivity in the company INOXITEC S.A.C.

Keywords: productivity, Efficiency, Effectiveness, Reliability, Availability

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los países de primer nivel altamente industrializados, poseen en sus líneas productivas maquinarias que posibilitan agilizar la manufactura. Sin embargo, es necesario la prevención de las mismas, puesto que están expuestas al desgaste y la corrosión de sus componentes, por tanto, el mantenimiento preventivo que se le dará a las maquinarias debe asegurar una extensión de su vida útil, así como también la disponibilidad que tendrá durante la jornada. Permitiendo la reducción de los costes por maquinaria y haciendo que la empresa pueda ser más eficiente en la administración de sus recursos económicos. “El fin del mantenimiento preventivo es de asegurar que las maquinarias estén en un buen estado para que puedan realizar todas sus operaciones con una fluidez que pueda satisfacer las demandas de producción que tiene la empresa, para así aumentar su productividad” (González, 2016).

Las empresas de Latinoamérica tienen un objetivo en común, que vendría a ser la reducción de costes por proceso efectuado, es decir, ser lo más eficiente posible, puesto que el recurso que más se valora dentro de una organización es el recurso monetario, que posibilita grandes inversiones en grandes proyectos. Una empresa es considerada competitiva cuando tiene una alta respuesta a las demandas del mercado, en este sentido muchas empresas en Latinoamérica tienden a perder tanto su imagen como su posición en el mercado por las demoras ocasionadas por paros en la producción que en su mayoría de origen en fallos de la maquinaria.

Una falencia frecuente en Latinoamérica es una aplicación errónea del concepto de mantenimiento preventivo, ya que consideran que este método se emplea solamente como la intervención antes de tiempo de una falla, la cual es una interpretación a medias que puede traer consigo pérdidas económicas a la empresa, puesto que es necesario la evaluación de un estudio técnico del tipo de máquinas que se posee para su mejor programación. El problema en las empresas peruanas se da en el deficiente plan de mantenimiento que se realiza, en consecuencia, a la baja relevancia que se le da al mantenimiento. Uno de los objetivos de las empresas peruanas es la de llegar a las cero fallas y eliminar en su

totalidad las paradas en el transcurso del desarrollo productivo, que vienen siendo obstaculizadas por la condición de la maquinaria, esto por su parte hace que los productos tengan una mala calidad según los estándares establecidos.

La empresa INOXITEC S.A.C., se dedicaba a la producción de piezas metálicas en acero inoxidable para la composición de equipos como congeladoras industriales, cocinas y campanas extractoras, etc., para comedores, restaurantes, hoteles y negocios afines. La empresa nace a finales de los años 2014 por idea del fundador del núcleo familiar. NEIRA ROMERO, persona con elevado espíritu de innovación y creatividad, que ha logrado durante dichos años sentar las bases de una compañía sólida y competitiva.

La problemática que presenta la empresa INOXITEC S.A.C., durante los últimos meses ha tenido constantes cierres improvisados que provocan la pérdida de horas de creación de su producción de piezas metálicas, además un atraso de entrega de pedido a sus clientes de su producto terminado como sus equipos de congeladores industriales, cocinas, campanas extractoras, etc. Por lo que su producción ha bajado considerablemente.

Esto debido a que las maquinarias y equipos en área de fabricación actualmente no se encuentran funcionando correctamente, hay una crisis y dificultades en las funciones y operaciones de los equipos y maquinarias, de tal manera se desarrolla tiempos muertos, atraso en la marcha de fabricación por la falta de mantenimiento. Asimismo, no cuenta con una implementación efectiva de apoyo preventivo, hacia los equipos y maquinarias para su buen funcionamiento de ellos.

Por otra parte, no hay suministro de piezas o extras para arreglar los equipos, que presentan fallas constantes, ya que no hay un control satisfactorio de inventario, además hay una ausencia de apoyo de mantenimiento de la actividad de los equipos. Hay constantes fallas en los equipos, y el par de piezas extra que quedan en el almacén no cubren la actividad adecuada del equipo. Asimismo, hay poca identificación de problemas en el área, con respecto a las maquinarias de parte de los operarios. Así, mismo se implementará la herramienta del mantenimiento preventivo para aumentar la productividad absoluta, de tal manera,

se explicará en la hoja de observación, donde se reconocerán cada una de las causas que crean una baja producción en INOXITEC S.A.C.

Tabla 1. Empresa INOXITEC S.A.C.

Hoja de Observación	
INOXITEC S.A.C.	
PRODUCCIÓN GENERAL	
Nro.	CAUSAS
1	Fatiga de personal
2	Falta de capacitación del personal
3	Ausencia de motivación
4	Material defectuoso
5	No hay stock de repuestos
6	Demora en a la entrega de pedidos
7	Maquinarias sucias
8	Exceso de averías
9	Falta de mantenimiento de maquinaria
10	Parada de maquinas
11	Exceso de ruido
12	Exceso de Vibraciones
13	Desorden en zona de trabajo
14	Falta de iluminación
15	Falta de Registro de apoyo
16	Nula supervisión de trabajo
17	Falta calibración de máquinas
18	Falta de capacitaciones
19	Conocimientos mínimos de la maquinaria
20	No se realizan medición de sus procesos

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1, presenta las veinte causas posibles, lo que provocan la disminución considerable de la baja productividad en la empresa INOXITEC S.A.C., asimismo, se trabaja para conocer cuáles son las más relevantes para tener la opción de establecer en el diagrama de Ishikawa, empleando las 6M ver (fig.1)

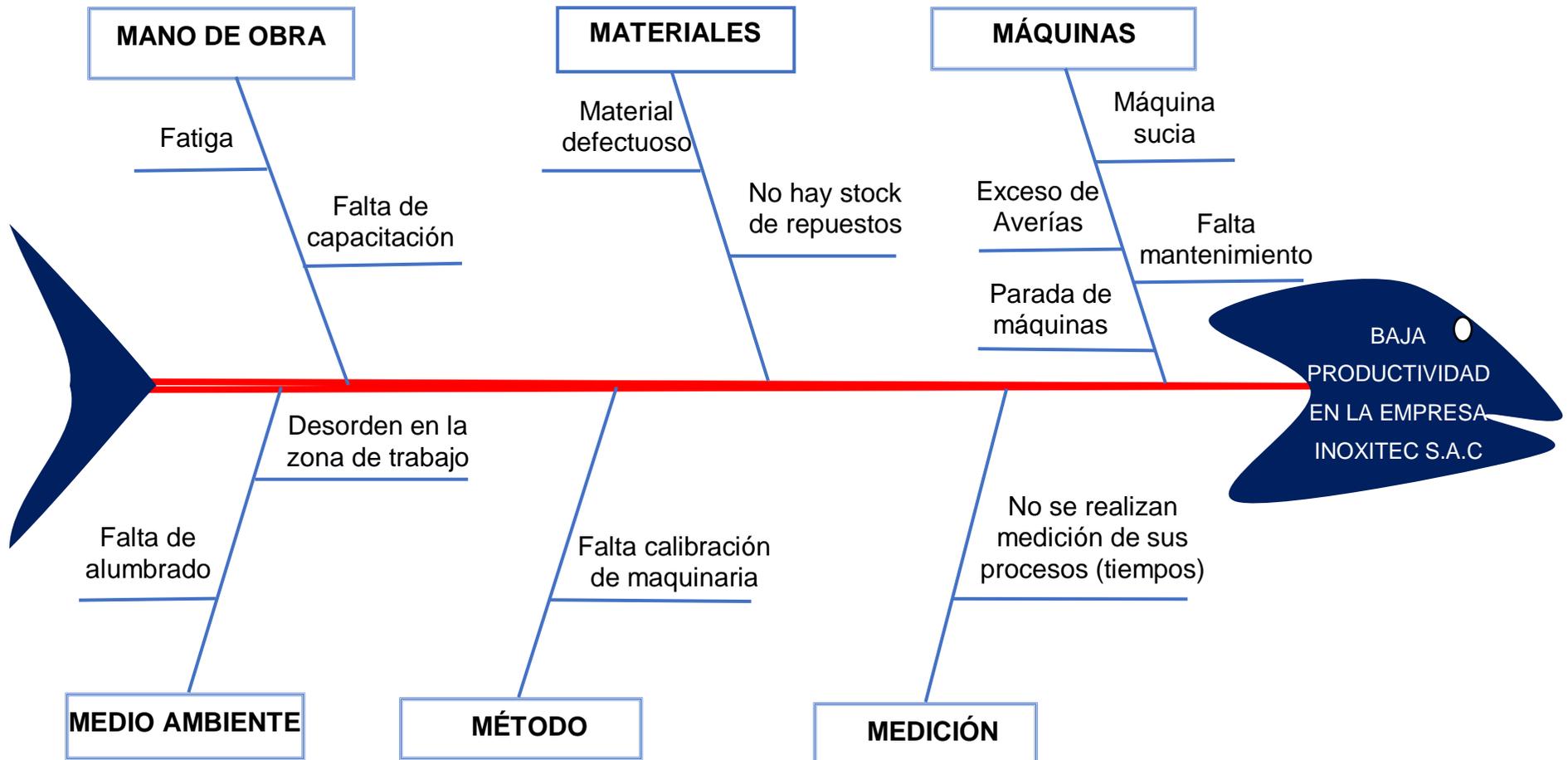


Figura 1. Diagrama Ishikawa INOXITEC S.A.C.

Tal y como indica Ishikawa, son 12 las causas más considerables que ocasionan la baja productividad en la empresa INOXITEC S.A.C., en la que 4 de ellas tienen que ver con la maquinaria, por ejemplo, tener máquinas sucias, que tienen manchas, impurezas o polvo que dificulta el buen funcionamiento de las maquinarias, el exceso de averías que se producen por el deterioro de las partes de las maquinarias, paradas de máquinas que crean atrasos en la productividad, y así mismo, la falta de mantenimiento a las maquinarias que dificulta la operatividad de un buen funcionamiento adecuado.

Tabla 2. *Causas más relevantes que ocasionan una baja productividad en INOXITEC S.A.C.*

N°	6 M	Causas
C1	Mano de obra	Fatiga
C2	Mano de obra	Falta de capacitación
C3	Materiales	Material defectuoso
C4	Materiales	No hay stock de repuestos
C5	Máquinas	Máquina sucia
C6	Máquinas	Exceso de averías
C7	Máquinas	Falta de mantenimiento
C8	Máquinas	Paradas de máquinas
C9	Medio ambiente	Falta de alumbrado
C10	Medio ambiente	Desorden en la zona de Trabajo
C11	Método	Falta calibración de maquinaria
C12	Medición	No realizan medición de sus procesos (tiempos)

Fuente: elaboración propia

Tabla 2, presenta el total de las causas más relevantes por categoría utilizando el estándar 6M; por lo tanto, se ejecutará la matriz de Vester o la matriz de correlación de todas las causas, lo cual es fundamental para prestar atención a qué causas inciden sobre otras causas, dado que calidad 0 (sin impacto) y 1 (es impacto). De esta forma se obtendrán qué causas tienen el mayor impacto sobre otras causas.

Tabla 3. Matriz de Correlación

N°	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	puntaje	Porcentaje%
C1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2%
C2	1		0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	4	8%
C3	0	0		0	0	1	0	1	0	0	0	1	3	6%
C4	0	1	1		0	1	0	1	0	0	0	1	5	10%
C5	1	0	0	0		1	1	1	0	0	1	1	6	12%
C6	0	1	0	1	0		1	1	0	0	1	1	6	12%
C7	1	1	0	1	1	1		1	0	0	0	1	7	14%
C8	1	1	1	1	0	1	1		1	0	1	0	8	16%
C9	0	0	0	0	0	1	0	1		0	0	0	2	4%
C10	0	0	0	0	1	0	0	0	0		1	1	3	6%
C11	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		0	1	2%
C12	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0		4	8%
TOTAL													50	100%

Fuente: elaboración propia

Tabla 3, se observa la matriz de correlación con las causas más relevantes que afectan la baja producción de la empresa, se expresa que la falta de mantenimiento (C7), parada de máquinas (C8), maquinaria sucia (C5), exceso de averías (C6), tienen una relación más notable con las demás, lo que se convertiría en la primera preocupación de la empresa para trabajar en su utilidad.

Tabla 4. *Causas más relevantes según porcentaje acumulado*

Nro.	Causas	Puntaje	%	% Acumulado
C8	Parada de máquinas	8	16%	16%
C7	Falta de mantenimiento	7	14%	30%
C6	Exceso de averías	6	12%	42%
C5	Maquinaria sucia	6	12%	54%
C4	No hay stock de repuestos	5	10%	64%
C12	Falta de calibración de maquinaria	4	8%	72%
C2	Falta de capacitación	4	8%	80%
C10	Desorden en la zona de trabajo	3	6%	86%
C3	Material defectuoso	3	6%	92%
C9	Falta de iluminación	2	4%	96%
C11	Mala supervisión de la labor	1	2%	98%
C1	Fatiga	1	2%	100%
		50	100%	

Fuente: elaboración propia

Tabla 4, se observa el rango de las causas más relevantes, él que tiene superior puntuación, también la de inferior puntuación; de esta manera, ayudara a resolver el nivel de porcentaje acumulado, para simbolizarlo en el esquema de Pareto. Llamada, distribución (A-B-C), que es la representación (80%-20%).

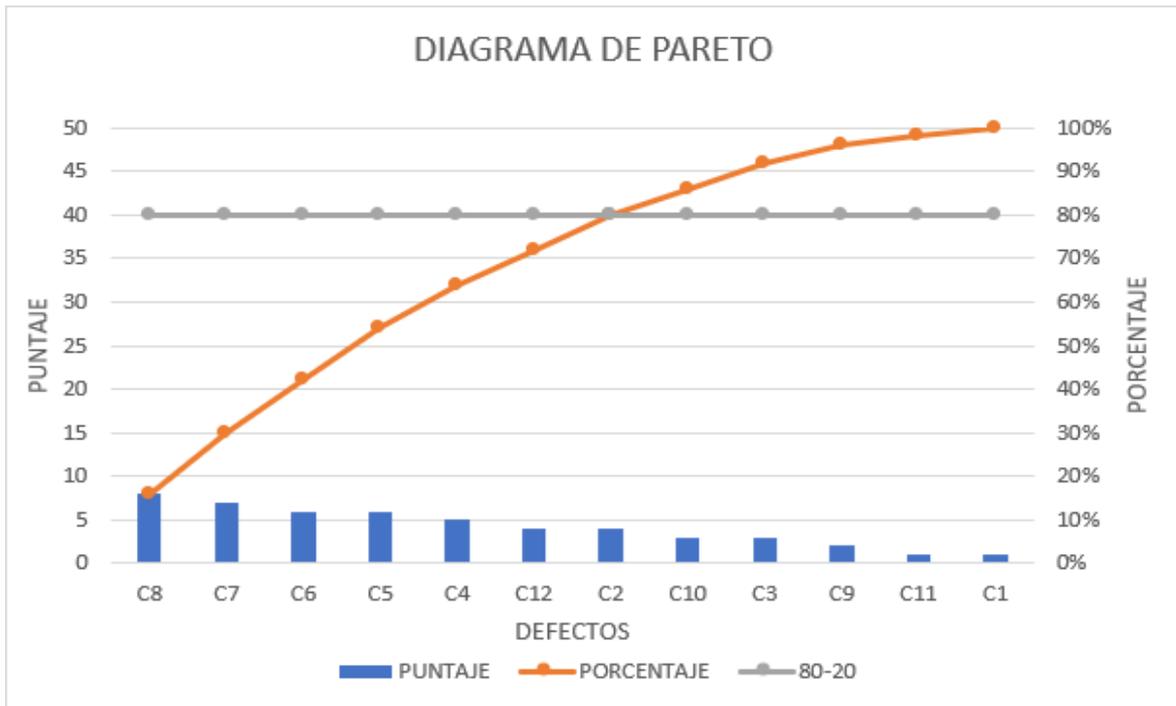


Figura 2. Diagrama de Pareto

En el diagrama de Pareto, obteniendo el total de las causas, ya agrupadas porcentualmente, se podrá identificar quienes tienen mayor peso sobre la baja productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Cada una de las informaciones se adquiere de la matriz de Vester, incluyendo las puntuaciones, aislándolas por el agregado y obteniendo su tasa acumulada. El 80% implica el porcentaje de las causas que son: La parada de las máquinas, falta de mantenimiento, exceso de averías, maquinaria sucia, no hay stock de repuesto, falta calibración de maquinaria y falta de capacitaciones. Además, el 20% se debe al desorden de trabajo, material defectuoso, falta de iluminación, mala supervisión de la labor y fatiga. En resumen, la empresa INOXITEC S.A.C., tratará de trabajar en su utilidad mediante la implementación del mantenimiento preventivo, y tomar algunas herramientas, para que ayude a aumentar la productividad. Para ello, hay que definir las fuentes principales y separarlas en varias áreas. Luego tiene la opción de elegir una herramienta, para poder aplicar en la producción, esto ayudará a trabajar en su productividad.

Tabla 5. Frecuencia de áreas

Áreas	Causas	Puntaje	Total
Mantenimiento	Axeso de averías	6	33
	Parada de máquinas	8	
	Falta de mantenimiento	7	
	Máquinas sucias	6	
	Falta de calibración de maquinaria	4	
	Falta de Iluminación	2	
Calidad	Fatiga	1	9
	Mala supervisión de la labor	1	
	Material defectuoso	3	
	Falta de capacitación	4	
Almacén	No hay stock de repuestos	5	8
	Desorden en la zona de trabajo	3	

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Estratificación de áreas

Áreas	Ponderado
Mantenimiento	33
Calidad	9
Almacén	8

Fuente: elaboración propia

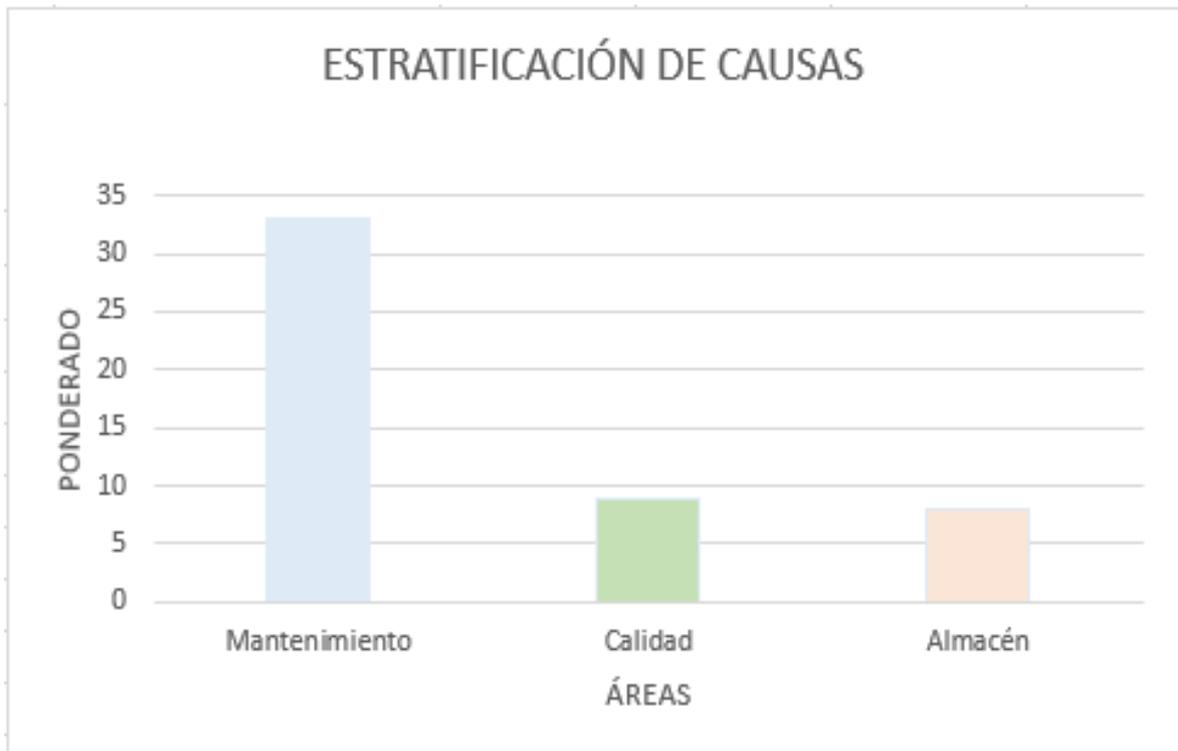


Figura 3. Estratificación de causas

Figura 3, presenta la estratificación de las causas. Se efectuó la adición de las puntuaciones de cada uno de las causas, reuniéndolas por áreas dentro de la empresa; tal cual el área de mantenimiento, tiene el defecto más elevado. Una vez reconocida el área, analizaremos las diferentes opciones propuestas utilizando las medidas adjuntas: tiempo de aplicación, sencillez de uso, coste de utilización y respuesta a la problemática, utilizando la escala de valoración adjunta: pésimo (0), estupendo (1) y genial (2). Este gran número de puntos son analizados y respaldados por el gerente general de INOXITEC S.A.C.

Tabla 7, presenta la matriz de priorización en dónde aborda las diferentes posibilidades, métodos de valoración y rango de puntuación para el resultado de la baja productividad en INOXITEC S.A.C., la investigación se realizó a la vez con el jefe encargado del área, el ingeniero bachiller., Neiser Neira Romero. Finalmente, se optó por desarrollar el mantenimiento preventivo ya que, tenía la puntuación más elevada.

Tabla 7. Matriz de priorización

posibilidades	Criterios de evaluación				Total
	Tiempo de aplicación	Sencillez de uso	Coste de utilización	Respuesta a la problemática	
Mantenimiento preventivo	2	2	1	2	7
Estudio del trabajo	1	2	1	2	6
TPM	1	1	1	1	4
5S	1	1	0	2	4
Just in Time	0	1	1	1	3
Ciclo Deming	1	1	1	1	4
Escala de valoración: pésimo= 0 Estupendo = 1 Genial = 2					

Fuente: elaboración propia

En este informe de investigación se planteó como **Problema general**; ¿Cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021? Asimismo, se plantea como **Problemas específicos**; ¿Cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficiencia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021? ¿Cómo la implementación del plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021?

Como indica **Reguera (2008)**, es el sustento de las justificaciones de por qué se llevó a cabo la investigación; es decir, quién se beneficiará del efecto del estudio (p.40).

La justificación económica del presente proyecto es la del incremento de las dos (E), eficiencia y eficacia, que vendrían a ser la base de la organización, reduciendo los costos llevados a cabo por la empresa por múltiples ejecuciones de mantenimiento correctivo, por medio de la implementación del mantenimiento preventivo, de manera consecuente aumentando la capacidad de respuesta por pedido sin demoras en la línea de producción.

Justificación social, Al implementarse la herramienta del mantenimiento preventivo dará un incremento a la eficiencia de la organización y esto en consecuencia dará satisfacción a la multitud relativa de individuos de la empresa, ya que, al obtener una remuneración más destacada, será concebible dar un lugar de trabajo superior a todo el personal. Simultáneamente, será factible dar mejores instrumentos a los mecánicos y además acelerar la adquisición de EPP'S.

Justificación práctica, El Mantenimiento preventivo al implementarse posibilita aumentar los grados de fiabilidad y la confiabilidad de la máquina tronzadora y plegadora que serán sometidas a este método, a la vez adquiere un aumento en su eficiencia. Asimismo, una vez logrado la implementación correctamente se dará una disminución en mantenimientos restaurativos que a la larga se convierte en gastos que pudieran ser evitados en lo posible, así como los tiempos inútiles que se producen por paros sorpresivos.

Cómo **Objetivo general:** Formular cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021, y los **Objetivos específicos:** Formular cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficiencia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021. Formular cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021. Cómo **Hipótesis general:** La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021, y siendo las **Hipótesis específicas:** La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficiencia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Aguirre, (2019). En su proyecto de investigación, cuyo objetivo general es la de diseñar un plan de mantenimiento preventivo para equipos e infraestructura de la Empresa Industrial José Campusano S.A. Para la propuesta del plan se tuvo como regla la norma COVENIN que será implementada en la empresa, con el que se tuvo como objetivo incrementar la disponibilidad de las maquinarias lo cual antes de la implementación tenía un nivel muy bajo y los costos por reparación siendo muy elevados siendo la principal fuente de pérdidas económicas por parte de la empresa. El plan fue elaborado conjuntamente con la ficha de criticidad, donde se identificó los equipos y las partes según su nivel de intervención más prioritaria para así establecer los tiempos que necesita cada parte, con el fin de obtener una baja que alivia los costos excesivos por mantenimiento de un 35% logrando así poder redireccionar los fondos a otros proyectos.

Cucaita, (2020). En su proyecto de investigación, cuyo objetivo general es desarrollar un plan de mantenimiento preventivo en el área de telares que permita mejorar las condiciones de calidad en el proceso de producción. Para este trabajo se buscó mejorar el desempeño de las máquinas para lograr que puedan ejecutarse con el cien por ciento de su capacidad. En su desarrollo se llevó a cabo el diagnóstico de una vista general de las áreas de la organización, para luego identificar donde es necesario la elaboración de un plan de mantenimiento. Una vez hecho esto en su implementación se codificó las maquinarias para tener un mejor control, para luego determinar la criticidad de la máquina, con esta información se pudo diseñar el plan de mantenimiento preventivo según las necesidades y prioridades para así garantizar su correcto funcionamiento y estado óptimo. Dándose reparaciones menores o ajuste antes de su jornada diaria, lubricación de piezas y tener stock para las piezas del mayor desgaste.

Ramírez, (2021). En su propuesta de investigación, cuyo objetivo general es realizar un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Aplimec Ltda. Lo cual este proyecto se inicia con una mirada global de la empresa en su estado actual, para luego recopilar datos de la incidencia de fallas ocurridas en la empresa, así como también el historial que nos indique cada cuanto tiempo ha tenido mantenimiento cada máquina, luego la obtención de la ficha técnica que nos

indicara las características proporcionadas por el fabricante que nos permitirá conocer mejor nuestro objeto de análisis. Una vez obtenida esta información se procede a elaborar el plan de mantenimiento según la necesidad y tiempo que se necesite por máquina, que será cuantificada según su modelo y el desgaste por su ejecución, teniendo en cuenta también el tipo de ambiente donde se encuentre que esto puede afectar a las piezas más delicadas como la humedad y la corrosión. Con la implementación del trabajo planificado, será posible mejorar la calidad del trabajo de cada máquina, al tiempo que se reduce la probabilidad de mal funcionamiento y defectos.

Araneda, (2018). En su tesis de investigación, cuyo objetivo general es de elaborar una propuesta de plan de mantenimiento preventivo a máquina fresadora universal CMESAL FU2. En el presente estudio se buscó resolver la problemática mediante el reforzamiento de una proposición del mantenimiento para la máquina fresadora universal. Se investigó las distintas fallas que padece cada uno de las máquinas por su constante funcionamiento, así como la elaboración de fichas de criticidad, identificando los costos que se presentaran en dicha aplicación. La empresa principalmente tiene como falla la omisión de un plan de mantenimiento que le permita establecer tiempos para darle el mantenimiento necesario a sus equipos. En su desarrollo se recopiló la data que se podía conseguir del historial de mantenimiento que recibió las maquinarias, las cuales fueron escasas debido al mal manejo de los encargados en su momento. Por tal motivo se tuvo que consultar a sus operarios que le dan funcionamiento para así poder tener una proximidad a la realidad, así como también se les indagó de las fallas más comunes que presentaban mientras hacían sus labores. Con esta información se procedió a elaborar un plan de mantenimiento con los siguientes parámetros: Diario, mensual y anual.

Rodríguez, (2020). En este artículo se buscó mantener la funcionalidad de la compactadora MCNEILUS en sus mejores condiciones de la empresa INTERASEO. Tiene como objetivo la de identificar las fallas frecuentes o de mayor incidencia presente en sus maquinarias, para así poder contrarrestar con el mantenimiento preventivo que pueda aumentar su disponibilidad de fluido y

desempeño en las operaciones de la máquina MCNEILUS y brindar confiabilidad al operador y al equipo en condiciones óptimas.

Cueva, (2018). Tuvo como principal finalidad la de verificar las metodologías propuestas que han sido aplicadas a los diferentes tipos de empresas, abarcando desde la pequeña empresa a grandes empresas. La metodología usada fue el análisis de artículos relacionados con el mantenimiento preventivo. Siendo el resultado de un poco más de la mitad siendo admitidas como viables para su implementación y los demás con carencias para su implementación.

Alban, (2017). Tenía un alto índice de paradas de máquinas, la cual ocasiono pérdidas económicas elevadas, puesto que la circulación de la producción se paraba indeterminadamente, para lo cual se buscó el origen del problema con el método causa-raíz para posteriormente elaborar un plan de apoyo preventivo que posibilite aumentar en gran medida su tiempo de uso. Dando como resultado un incremento de costo-beneficio al de medio céntimo por cada sol invertido.

Consolación, (2018). Tiene como objetivo principal de aumentar la disponibilidad en la empresa, el método empleado es la observación del mantenimiento que ya poseía la empresa, para así poder identificar los puntos de mejora con un plan de apoyo estructurado y eficaz para el tipo de equipos y maquinaria, y luego implementar el método de gestión práctica. Así logrando un aumento de la línea productiva con el beneficio de la disponibilidad para la empresa minera.

Geldres, (2019). Tiene como propósito la finalidad de aumentar la vida útil de la mezcladora, puesto que ocasiona paradas innecesarias que ocasionan la pérdida económica en la empresa de manera significativa en la cual se empleó, el método empleado es el apoyo centrado en la confiabilidad. Analizando las posibles grietas más comunes para el tipo de máquina para así poder anticipar de manera organizada y preventiva. Logrando así una vida útil incrementada y ahorros en la adquisición de nueva maquinaria por descomposición.

Aldonates, (2018). Sostiene que el mantenimiento en zonas claves es de suma importancia en la empresa, puesto que si se encuentra un paro en esta zona todas las demás secuencias se detendrán por efecto. El método empleado fue

conocer la situación de la empresa mediante encuestas a los trabajadores, conjuntamente con diagramas de causa-efecto para posteriormente elaborar un plan de apoyo basado en la disponibilidad. Lo cual logro en la empresa poder tener una mejor fluidez en la línea sin retrasos con una mejor respuesta a las demandas.

Mantenimiento Preventivo

Para **Montoya (2020)**. El mantenimiento preventivo responde al programa prediseñado, basándose en un conjunto de operaciones reservado por un cronograma que, según indica la satisfacción de las fechas de programación, las horas, los periodos largos de actividad o las unidades manejadas, establece los ejercicios de mantenimiento que deben completarse en cada una de las máquinas, La cantidad de suspensiones funcionales es insignificante y se prevé con antelación. Del mismo modo la reprocesamiento o la reprogramación del trabajo son insignificantes. Los activos vitales en cuanto a piezas adicionales, aceites, personal particular, etc., están previstos, lo que ayuda a limitar el gasto y el efecto sobre la coherencia de las actividades. (p.39).

Para **Montilla (2019)**. El mantenimiento es un conjunto de activos reales (tierra, capital, equipo), RRHH, innovación y datos, que acoplados tratan de trabajar en la eficacia del método de fabricación, disminuyendo las paradas, ampliando la calidad inquebrantable de las maquinarias y garantizando el bienestar y un nivel de gasto beneficioso; todo ello dentro del sistema de giro propio de la organización y de la nación (p.30).

Para **Rondón (2021)**. El mantenimiento preventivo depende de una progresión de emprendimientos o ejercicios ordenados que se completan dentro de períodos caracterizados, se planifica con el objetivo de garantizar que los recursos de las organizaciones se ajusten a las capacidades necesarias dentro del clima de trabajo para avanzar en la productividad de los ciclos; para prevenir y esperar decepciones de los componentes, piezas, máquinas o equipos; además alude a diversas actividades, como cambios o sustituciones, transformaciones, esfuerzos de reconstrucción, evaluaciones, valoraciones, etc., realizadas en plazos por el calendario o la utilización de estos (ocasiones coordinadas), realizadas en plazos por el calendario o la utilización de estos (ocasiones coordinadas) (p.39).

Para **Gonzales, et al., (2018)**. El mantenimiento ha sido utilizado en todas las áreas académicas y modernas dentro de un plan de apoyo, lo que permitió reforzar el lugar de trabajo para conseguir la utilización de este, que es la razón por la que continuamente se buscan opciones para la evaluación de este como una de las características. El método empleado se conoce como (AMFE) Análisis Modal de Fallos y Efectos, de que la intención es desarrollar aún más el alcance de tiempos en el mantenimiento por medio de las circunstancias básicas de un elemento o método, defendiendo las actualizaciones e incluyendo superior número de personas que cooperan dentro de una región moderna relacionada con el mantenimiento. (p.209).

Importancia del Mantenimiento Preventivo

Para **Suzuki (2017)**. Tiene una increíble importancia en el trabajo de la naturaleza de los artículos, ya que las máquinas querrán realmente crear en su límite más extremo sin decepciones, lo que asegurará la escasez de imperfecciones en el artículo, siendo excepcionalmente ventajoso para la intensidad de la organización ante la oposición de una línea de montaje similar. Sin embargo, un problema que aqueja a todas las organizaciones sin importar el tamaño que tengan, es la ausencia de proyección que necesitan para imaginar futuras decepciones concebibles que impidan el funcionamiento adecuado de la organización aplazando una interacción que así transmita las medidas que le preceden, provocando un tiempo personal en el ciclo de creación (p.34).

Para **Suzuki (2017)**. Las ocasiones muertas en las organizaciones se deben básicamente a la ausencia de visión a largo plazo, y a no disponer de los datos importantes para potenciar dicha proyección a largo plazo. En este sentido, es fundamental recopilar datos sobre los ciclos y aparatos comprometidos con cada línea de creación (p.23).

Tipos o clases de mantenimiento

Rondón (2021). Especifica que los tipos de mantenimiento más empleados y reconocidos en muchas organizaciones a nivel nacional e internacional son: el mantenimiento preventivo, predictivo y el correctivo (p.37).

Mantenimiento Correctivo

Montilla (2019). Menciona que es un método de apoyo en donde participa una máquina cuando ha sucedido un error funcional o parece que va a ocurrir un error mayor. (Posible falla). Admite definiciones de defectos funcionales y potenciales (p.44).

Mantenimiento correctivo se subdivide en la **Acción Correctiva de Crisis** ocurren cuando ocurre un error funcional dentro del día de creación de la organización, y en su mayor parte detiene o perturba la creación. Puede crear desgracias en la creación, contratiempos en el trabajo, rebeldía de los clientes, problemas de calidad, daños ecológicos. Mientras que la **Acción Correctiva personalizada** ocurre cuando hay una posible falla se hace evidente, pero su impacto no es emocional y permite completar el día o el ciclo de creación, para seguir haciendo las revisiones fundamentales.

Montoya (2020). Este es un proceso que debe realizarse para reiniciar una máquina o dispositivo que se ha dañado por algún motivo daño o defecto. En general, incluye la suspensión de actividades de producción y reprogramación o reformulación de una parte del trabajo planificado (p.39).

Mantenimiento Predictivo.

Montilla (2019). Se basa en examinar las señales de los defectos y prever el evento de la falla de una máquina/equipo, estimando e investigando las progresiones en los factores de trabajo de esta. El Mantenimiento Previsor es un período de alto nivel del Mantenimiento Preventivo, y desde un punto de vista, se realizan pruebas en las piezas de las máquinas/equipos, y luego se hacen estimaciones de los factores de trabajo (p.48).

Montoya (2020). A la luz de los instrumentos, por ejemplo, imágenes de rayos X, ultrasonido, investigación de vibraciones y otros, el mantenimiento predictivo analiza el desgaste y la probabilidad de fallas de las diversas partes de los equipos y maquinarias, en particular las partes móviles con el peligro más elevado de desgaste. (p.39).

Mantenimiento preventivo.

Rondón (2021). El mantenimiento preventivo está basado en compuestos por tareas o actividades, que se planifica con el objeto de garantizar que los recursos de las organizaciones sigan las capacidades necesarias dentro del clima de trabajo, para mejorar la eficacia de los ciclos; para prevenir y esperar defectos de los componentes, piezas, máquinas o equipos; también se refiere a diversas actividades, como cambios o sustituciones, variaciones, esfuerzos de reconstrucción, exámenes, evaluaciones, etc., completados en los plazos por la programación o la utilización de estos (horarios indicativos). (p.39).

Mantenimiento preventivo: variable independiente

Donde **Montilla (2019).** Expresa que es una técnica de mantenimiento cuál su objetivo fundamental es prevenir el evento de fallas en una norma útil, a la luz de la ejecución de las diligencias esenciales (notar, evaluar, alinear, cambiar, engrasar, arreglar, y así sucesivamente) (p.48). Además, Según Olives (2016), afirma que el mantenimiento preventivo son conjuntos de intervenciones hechas de forma constante a máquinas y equipos, para adelantar su actividad y alejarse de las paradas espontáneas. (p.6). La significación de mantenimiento preventivo es de conservar en buen estado el equipo o maquinaria en condiciones ideales para su funcionamiento adecuado.

Dimensión 1, fiabilidad, según Prat (2015) asegura que es una probabilidad que una máquina o individuo necesita para realizar respectivas funciones en condiciones específicas en un período preestablecido (p.1). Donde, Ruiz (2012) la caracteriza como la capacidad que muestra una pieza para llevar a cabo funciones determinadas (p.1). Para lograr la fiabilidad, se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{Fiabilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPMNP}}{\text{TTP}}$$

TTP: Tiempo total de producción al mes (min)

TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado al mes(min)

Dimensión 2, disponibilidad, donde **Prat (2015)** confirma que es una posibilidad de que un sistema esté en capacidades buenas de funcionar después de algún tiempo. El sistema no debe haber tenido defectos, o, en caso de haberlas sufrido, probablemente se haya arreglado más rápido que el mayor tiempo que se tomó en consideración para su mantenimiento. Posteriormente, si se considera que el método es aparentemente eterno, se considera la accesibilidad en el sistema de larga duración (p.1). Donde, Penabad et al., (2016), caracteriza la disponibilidad como "La capacidad de una unidad práctica de estar en un estado para cumplir un papel necesario bajo las condiciones dadas en un momento dado de tiempo o a lo largo de un espacio de tiempo dado, aceptando que los activos externos necesarios están dados" (p.68). La disponibilidad se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPM}}{\text{TTP}}$$

TTP: Tiempo total de producción al mes (min)

TPM: Tiempo de parada por mantenimiento

Productividad: variable dependiente

Gutiérrez (2014), la productividad está relacionada con los resultados alcanzados a través de un proceso o sistema de producción, es por ello que se pueden lograr mejores resultados aumentando la productividad. Esto se hará si los recursos utilizados se utilizan de manera óptima. En términos generales, una medida de la productividad se da dividiendo los resultados obtenidos y los recursos empleados (p. 20). Por otro lado, Alamar (2018). La señala que es una utilidad que incluye la conexión entre varios elementos del entorno de trabajo. El rendimiento (o resultados logrados) se identifica con una amplia gama de activos, por ejemplo, el rendimiento cada hora trabajada, el rendimiento por unidad de material o el rendimiento por dinero (p.5). La productividad se aplicará con la siguiente fórmula según Gutiérrez (2013, p.8).

Productividad = Eficiencia × Eficacia

ICB, (2013), señala que la parte de la producción está establecida por la relación entre las cantidades producidas y el único insumo empleados (ya sea materia prima, mano de obra, energía, etc.) (p.8). Asimismo, ICB (2013) indica que la productividad total es equivalente a la producción total / todos los recursos empleados (p.9).

$$\text{productividad total} = \frac{\text{producción total}}{\text{todo los recursos}}$$

Dimensión 1, eficiencia, según Milian (2010), menciona como la capacidad de reducir los recursos utilizados en el sistema productivo (p. 2). Sin embargo, donde la Biblioteca AUDITool (2011), indica que son reglas normativas que se utilizan para lograr propósitos, utilizando procedimientos, medios y métodos adecuados para optimizar recursos. La eficiencia se obtiene según la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real de producción(min)}}{\text{Tiempo disponible de producción(min)}} \times 100\%$$

Dimensión 2, eficacia, según Milian (2010) la define como la capacidad para alcanzar las metas establecidas (p.3). Asimismo, donde la BIBLIOTECA AUDITool (2011), indica que es realizar lo adecuado, ya que las características de los productos finales cumplan con los estándares establecidos. La eficacia se halla con la siguiente ecuación:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planificadas}} \times 100\%$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

El objetivo de la investigación aplicada es producir conocimientos a mediano plazo de una manera directa dentro de los sectores productivos en los diferentes problemas que surgen dentro de la sociedad. Muestra un valor disponible, conocimiento que surge de una investigación básica, generando un incremento en los niveles de vida de una población. (Lozada, 2014, p. 35).

La investigación aplicada busca emplear conocimientos adquiridos como también adquirir otros luego de ser implementados basados en la investigación. (Vargas, 2009, p. 6).

Esta investigación está basada en un tipo de investigación aplicada, esta investigación está enfocada en analizar los problemas con la finalidad de adquirir conocimiento dentro de un corto plazo en el sector productivo o en la comunidad.

3.1.2. Diseño de Investigación

El objetivo de la investigación experimental es de que el indagador se centre conscientemente en el tema de estudio, en esta investigación su objetivo es conocer los resultados de las acciones producidas por los mismos investigadores como instrumento o técnica para poder comprobar la posibilidad de ello (Bernal, 2010, pág. 117).

Recibe el nombre de pre-Experimental por tener un mínimo grado de control, permite manipular un grupo, posteriormente se aplica la medición de las variables, en este caso en la variable independiente no existe una manipulación. (Fernández, Batista y Hernández, 2014, p.136).

$$G \rightarrow O_1 \quad X \rightarrow O_2$$

Se verifica la medición del procedimiento a realizarse las comparativas de las soluciones obtenidas del Pre -Test y Post-Test.

El tipo de estudio de la investigación actual es Pre-Experimental, con un enfoque cuantitativo, ya que nos admitirá emplear las aptitudes estadísticas para poder estudiar los datos de los procesos de la productividad, incluidas las diversas etapas de prueba inicial y posterior.

3.2. Variable y operacionalización

3.2.1. Definición conceptual

Mantenimiento Preventivo: Variable Independiente:

Según Olives (2016), afirma que el mantenimiento preventivo son conjuntos de intervenciones hechas de forma constante a equipos y máquinas, para adelantar su actividad y alejarse de las paradas espontáneas (p.6).

Productividad: Variable Dependiente

Gutiérrez (2014), la productividad está relacionada con los resultados alcanzados a través de un proceso o sistema de producción, es por ello que se pueden lograr mejores resultados aumentando la productividad. Esto se hará si los recursos utilizados se utilizan de manera óptima. En términos generales, una medida de la productividad se da dividiendo los resultados obtenidos y los recursos empleados (p.20).

3.2.2. Definición operacional

Mantenimiento Preventivo: Variable Independiente

Se aplicará la herramienta para aumentar la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C., donde las dimensiones es la fiabilidad y disponibilidad.

Dimensión 1, fiabilidad, este indicador presenta la siguiente fórmula:

$$\text{Fiabilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPMNP}}{\text{TTP}}$$

TTP: Tiempo total de producción al mes (min).

TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado al mes(min).

Empleando este indicador, se puede conocer la probabilidad de que la máquina realice una acción similar bajo ciertas condiciones.

Dimensión 2, disponibilidad, este indicador presenta la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPM}}{\text{TTP}}$$

TTP: Tiempo total de producción al mes (min)

TPM: tiempo de parada por mantenimiento

Empleando este indicador, es posible obtener la probabilidad de que los equipos y máquinas sea capaz de llevar acabo ciertas funciones.

Productividad: Variable Dependiente.

Este indicador se obtendrá multiplicando los indicadores de eficiencia y eficacia, los cuales es obtenida a partir de los datos del área examinada.

Dimensión 1, eficiencia, este indicador presenta la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real de producción(min)}}{\text{Tiempo disponible de producción(min)}} \times 100\%$$

TRP: tiempo real de producción.

TDP: Tiempo disponible de producción.

Este indicador estima la relación el desarrollo y el producto; es decir, las estrategias empleadas para disminuir los activos dentro del ciclo.

Dimensión 2, eficacia, este indicador presenta la siguiente fórmula:

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planificadas}} \times 100\%$$

Este indicador está relacionado con el rendimiento y los resultados, donde el rendimiento debe cumplir con las normas establecidas por la administración superior. Es más, en esta línea los movimientos correctos deben hacerse a lo largo de todo el desarrollo de fabricación.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 8. *Matriz de operacionalización de variables*

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
INDEPENDIENTE Mantenimiento Preventivo	Según Olives (2016) afirma que es el arreglo de intercesiones hechas ocasionalmente en una máquina o establecimiento, para adelantar su actividad y alejarse de las paradas espontáneas. (p.6)	Se aplicará la herramienta para aumentar la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C., donde las dimensiones es la fiabilidad y la disponibilidad.	Fiabilidad	$\frac{(TTP - TPMNP)}{TTP}$ <p>TTP: Tiempo total de producción al mes(min) TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado al mes (min)</p>	Razón
			Disponibilidad	$\frac{(TTP - TPM)}{TTP}$ <p>TTP: Tiempo total de producción al mes (min) TPM: Tiempo de parada por mantenimiento (min)</p>	Razón
DEPENDIENTE Productividad	Gutiérrez (2014), la productividad está relacionada con los resultados alcanzados a través de un proceso o sistema de producción, es por ello que se pueden lograr mejores resultados aumentando la productividad. Esto se hará si los recursos utilizados se utilizan de manera óptima. En términos generales, una medida de la productividad se da dividiendo los resultados obtenidos y los recursos empleados (p. 20).	Este indicador se obtendrá de la duplicación de los marcadores de eficiencia y eficacia, que se obtienen de los datos del área evaluada.	Eficiencia	$I_{efici} = \frac{TRP}{TDP} \times 100\%$ <p>I_{efici}: Índice de Eficiencia PTD: Tiempo real de producción (min) TDP: Tiempo disponible de producción (min)</p>	Razón
			Eficacia	$I_{efica} = \frac{\text{Piezas producidas}}{\text{Piezas planificadas}} \times 100\%$ <p>I_{efica}: Índice de Eficacia</p>	Razón

Fuente: elaboración propia

3.3. Población Muestra, y muestreo

Población

Son grupos de elementos iguales, ya sea una situación, un evento, un objeto o conjunto de individuos que desea estudiar en detalle. (Fachelli, 2015, p. 7).

Por lo tanto, la población objeto de estudio está constituida entre todas las piezas metálicas producidas en acero inoxidable en la empresa INOXITEC S.A.C.

- Criterios de inclusión: Se obtendrá la producción de lunes a sábado con un trabajo de 8 horas al día.
- Criterios de exclusión: No se tendrá en cuenta la producción de domingos y feriados, ni en la hora de descanso.

Muestra

Una muestra se define como una porción de la población que debe ser lo más distinta y representativa posible. (Palella y Martins, 2012, p. 108).

En el actual estudio de investigación, se consideró la muestra la producción de lunes a sábado con un trabajo de 8 horas al día durante un periodo de 31 días.

Muestreo

El muestreo es el procedimiento utilizado para separar muestras de la población Icart, Fuentelsaz y Pulpón (2006. p. 56). Además, el estudio tendrá un muestreo no probabilístico, lo que indica que no todos los sujetos tienen la misma probabilidad de formar parte de la muestra. La unidad de análisis es el número de piezas metálicas producidas en acero inoxidable.

3.4. Técnica e Instrumentos de recolección de datos

Técnicas: Una técnica para recopilar datos que contiene actividades que facilita al **investigador** obtener información importante para su investigación y poder responder todas sus interrogantes. (Hurtado 2012. p. 158).

Fichaje: Es relevante para los investigadores porque les permite recopilar y almacenar información útil para su investigación. Cada archivo con su información respectiva brinda un valor propio. (Namakforoosh, 2007, p.283).

Instrumentos: A través de los instrumentos, permiten recopilar información para la investigación, de manera que se obtienen datos cuantitativos. (Valderrama, 2015, p. 70).

Ficha de registro: "Las herramientas están prediseñadas, como la hoja de puntuación, y sus elementos se detallan con anticipación. Los indagadores deben registrar las observaciones lo más pronto posible para ser lo más concreto posible, y es muy fundamental no olvidarse de los aspectos relevantes". (Pastor, 2015, pág. 138).

Confiabilidad: Es una herramienta de medición nos ayuda a evaluar los grados en que la aplicación repetitiva a un mismo objeto o individuo con la finalidad de buscar resultados similares. Para hallar la confiabilidad del instrumento de medición existen diferentes procedimientos, la mayoría hace uso de fórmulas que dan resultados de confiabilidad oscilantes entre 0 y 1, la confiabilidad nula se representa con un cero y la confiabilidad máxima es representado con uno. (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p.200).



Tabla 9. *Tabla de correlación*

correlación	Rango
Inaceptable	0.50 a 0.60
Indeseable	0.61 a 0.65
Mínimamente aceptable	0.66 a 0.70
Respetable	0.71 a 0.80
Muy buena	0.81 a 0.90

Fuente: tomada de Barraza Macias (2007)

Coefficiente de relación de Pearson

Se calcula desde los resultados obtenidos de la muestra en dos variables, relacionando los resultados obtenidos de una variable con los resultados de la otra variable sus valores están entre -1 y +1, un resultado cerca de 0 es la ausencia de una relación lineal, y un valor cerca de 1 es una relación directa (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p 305).

3.5. Procedimiento

En relación con el análisis realizado en la realidad problemática de la empresa, a continuación, se descubren cuáles son los problemas y los motivos que provocan la baja producción en la empresa INOXITEC S.A.C., por lo cual, se prevé la utilización del mantenimiento preventivo, para poder utilizar esta herramienta de solución. Se solicitó el permiso del gerente general de la empresa, el cual fue correspondido. Por lo cual la empresa nos brindara algunos datos que nos permita calcular la productividad, además de facilitarnos información adicional para nuestro informe de investigación.

Conforme a los problemas localizados en el diagrama de Ishikawa (ver fig. 1), se presentan las causas que tienen incidencia directamente en la baja productividad de INOXITEC SAC. Los motivos se encuentran más centrados en el campo de las máquinas, con mayores índices de averías, la parada de máquinas, falta de mantenimiento, exceso de averías y máquinas sucias.

De acuerdo a la razón encontrada respecto a la baja producción de la empresa, se optará por 2 máquinas, tronzadora y plegadora, con mayor capacidad de trabajo en la producción de piezas metálicas de acero inoxidable. La razón es implementar el mantenimiento preventivo que mantenga la integridad de las máquinas, mediante el uso de la planificación y control.

El método a realizar será por etapas tomando en cuenta la planeación y control, y cada uno incluye varios pasos de construcción.

Etapa de Planeación

Etapa 1. Recolección de la información de los documentos de la máquina. Aquí se solicitará la información de los documentos al jefe de mantenimiento a cargo.

Etapa 2. Verificar la documentación y planificar formatos. Aquí se procederá la verificación de los documentos y verificación de los formatos para saber si las máquinas cuentan con refacciones, para la restauración de fallas o averías.

Dentro de ellas se realizarán varios pasos:

- **Primer paso. Codificación de máquinas.** Aquí se llevará a cabo el control numérico de cada máquina, sus características e historial de mantenimiento.
- **Segundo paso. Inventario de máquinas.** Aquí se llevará a cabo los inventarios completos, que nos permita identificar la cantidad de equipos, el modelo, el proceso que realizan las máquinas.
- **Tercer paso. Ficha técnica propuesta de la máquina.** Aquí se conocerá toda la información de la máquina, nombre, código, serie, modelo, año de fabricación y el uso que se le dará.
- **Cuarto paso. Stock de repuestos.** Aquí se identificará si la empresa cuenta con un inventario adecuado de stock de repuestos para el recambio de las partes de las piezas de las máquinas.

Etapa 3. Pasos de mantenimiento a efectuar. Aquí se efectuará las actividades programadas de revisión técnica de las partes de las máquinas, verificando el estado actual en que se encuentra.

Etapa 4. Programación de actividades de mantenimiento a realizar. Aquí se revisará todos los programas de mantenimiento como los manuales de utilización de las máquinas, su mantenimiento técnico y frecuencia de operaciones que se procede.

Etapa 5. Definir los responsables del plan. Aquí se identificará a los responsables y encargados del plan de mantenimiento.

Etapa 6. Capacitación y preparación del personal. Aquí se llevará a cabo el entrenamiento y la preparación a los operarios, proporcionando conocimientos sobre mantenimiento preventivo hacia las máquinas.

Etapa de Control.

Verificar el procedimiento de mantenimiento preventivo para tomar algunas medidas correctivas, dentro de ella realizar un informe de trabajo, para registrar todas las acciones durante el mantenimiento.

Etapa 7. Promover la utilización del mantenimiento preventivo. Para garantizar el buen funcionamiento de las máquinas.

3.6. Método de análisis de datos

El método utilizado en la investigación objetiva es el análisis cuantitativo. Este método nos permite identificar contenidos en categorías y subcategorías e incluirlos en el análisis estadístico". (Hernández, Fernández y Batista, 2014, p. 260).

En esta revisión el método de investigación de información es cuantitativa, con un significado Pre-Experimental, que incorpora la confirmación del valor de la teoría propuesta, partiendo de la información medible, y probar su efecto y los resultados subsiguientes.

Prueba de Normalidad

La prueba más empleada es Kolmogórov-Smirnov (KS), exhibe independientemente la normalidad correspondiente a cada variable. Permite conocer el grado de correspondencia de la distribución del conjunto de valores. Muestra y algunas distribuciones teóricas específicas. La prueba se realiza en muestras superiores a 50, si la muestra es inferior a 50 se empleará la prueba de Shapiro-Wilk. (Hernández, Fernández y Bautista, 2014, pág. 376).

<p>Si $n \geq 50$: prueba de Kolmogórov-Smirnov Si $n < 50$: prueba Shapiro Wilk</p>

Dado que nuestra muestra es superior a 50, la prueba de normalidad propuesta en este estudio es la de Kolmogórov-Smirnov para cada indicador.

Hipótesis Estadísticas.

Hipótesis General.

Ho: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no aumenta la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021

Ha: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021

Ho: $\mu_{\text{productividad (a)}} > \mu_{\text{productividad (d)}}$

Ha: $\mu_{\text{productividad (a)}} \leq \mu_{\text{productividad (d)}}$

Hipótesis Específicas 1, eficiencia

Ho: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no aumenta la eficiencia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021

Ha: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la

eficiencia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021.

Ho: $\mu_{\text{eficiencia (a)}} > \mu_{\text{eficiencia (d)}}$

Ha: $\mu_{\text{eficiencia (a)}} \leq \mu_{\text{eficiencia (d)}}$

Hipótesis Específicas 2, eficacia

Ho: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021.

Ha: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021.

Ho: $\mu_{\text{eficacia (a)}} > \mu_{\text{eficacia (d)}}$

Ha: $\mu_{\text{eficacia (a)}} \leq \mu_{\text{eficacia (d)}}$

Nivel de Significancia

La significación estadística juega un papel notable en la tarea de contraste de la hipótesis, ya que permite comprender el grado de error que se puede presentar y el grado en que el investigador lo acepta. Este es el resultado de rechazar una Hipótesis nula, mediante el uso de la prueba de significancia Estadística, el riesgo o probabilidad que asume el investigador es rechazar la hipótesis nula (H_0), aceptar la hipótesis Alternativa (H_1). Este riesgo suele definirse como 0,05 o 0,01". (Moncada, 2005, p. 9).

El nivel de significancia utilizado en el estudio es ($\alpha=0.05$) 5% de error, el nivel de confiabilidad es ($1-\alpha=0.95$) 95%

Media Aritmética

Esta es la métrica más utilizada en el análisis estadístico. Simboliza el promedio de los conjuntos de datos de la muestra, calculados como la suma

de los valores de los datos, dividida por la cantidad de datos en la muestra, denotada por X (Posada, 2016, p.73).

Operación de la Media

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Varianza

Está basado en datos de la media aritmética. El propósito primordial es de estimar la variación de la población, por lo que se decide como la suma de las desviaciones altas referente al cuadrado. (Posada, 2016, p.99).

Operación de la varianza

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_j - \bar{X})^2}{n-1}$$

Desviación estándar

Es la media más notable. Está establecido como la raíz cuadrada de la media al cuadrado con correlación a la media aritmética. (Rodríguez, Pierdant y Rodríguez, 2016, p.114).

Operación de la desviación estándar

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Límites de confianza de valor de Z

Es de gran consideración saber en los análisis si las medidas se encuentran entre el límite de la normativa establecida, para lograr un nivel de confianza, para el valor de z se utiliza los valores de: (Riaño, 2007, p.110).

Tabla 10. Nivel de confianza - Valores de Z

Nivel de confianza (%)	z
50	0.67
8	1.00
80	1.29
90	1.64
95	1.96
99	2.58
99.9	3.29

Fuente: Elaboración propia

Prueba de Wilcoxon

La prueba del signo de Wilcoxon es una prueba no paramétrica que mide la media de dos muestras. Prueba la hipótesis de dos medianas de población, recomienda al menos un nivel de medición ordinal, pero requiere un nivel de medición de razón. (Quispe, Calla y Yangali, 2019, p. 36).

$$Z = \frac{S - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24} - \sum_{i=1}^k \frac{t_i^3 - t_i}{48}}}$$

Distribución no Normal

Si los resultados de la prueba normativa en el indicador no son normales, use la prueba de Wilcoxon.

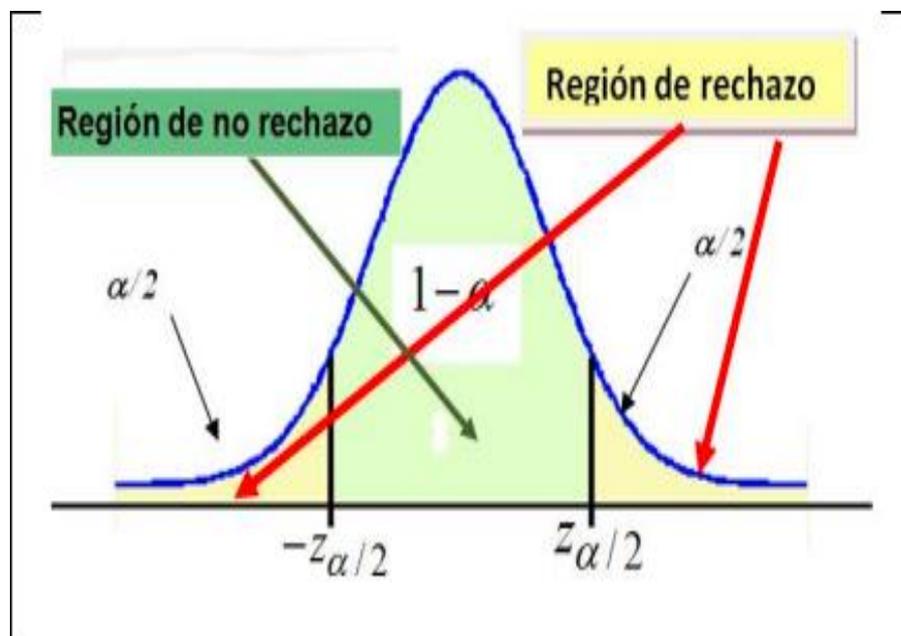


Figura 4. Campana de Gauss

3.7. Aspectos éticos

De acuerdo con una perspectiva ética, debemos recordar que el indagador debe considerar los estándares internacionales, donde vamos a completar la exploración del estudio, tienen diversas características como una cultura de participación en la sociedad puede requerir introducir cambios en la forma en que desarrollamos el proyecto. (Delgado, 2002, pág. 2).

IV. RESULTADOS

4.1. Situación inicial

La empresa INOXITEC S.A.C., se dedica a la producción de piezas metálicas en acero inoxidable para la composición de maquinarias y equipos como congeladoras industriales, cocinas y campanas extractoras, para el área gastronómica de comedores, restaurantes, hoteles y negocios afines. La empresa nace a finales de los años 2014 por idea del fundador del núcleo familiar. NEIRA ROMERO, persona con elevado espíritu de innovación y creatividad, que ha logrado durante dichos años sentar las bases de una compañía sólida y competitiva.

R.U.C.: 20565365747

Razón Social: INOXITEC S.A.C

Tipo de Empresa: Sociedad Anónima Cerrada

Condición: Activo

Fecha de inicio de actividades: 08 septiembre 2014

Actividad comercial: Fabricación y mantenimiento en acero inoxidable

Dirección Legal: Cal Huarochirí Mza 92 Lote. 19

Urbanización: Villas de ancón

Distrito: Ancón

Departamento: Lima Perú

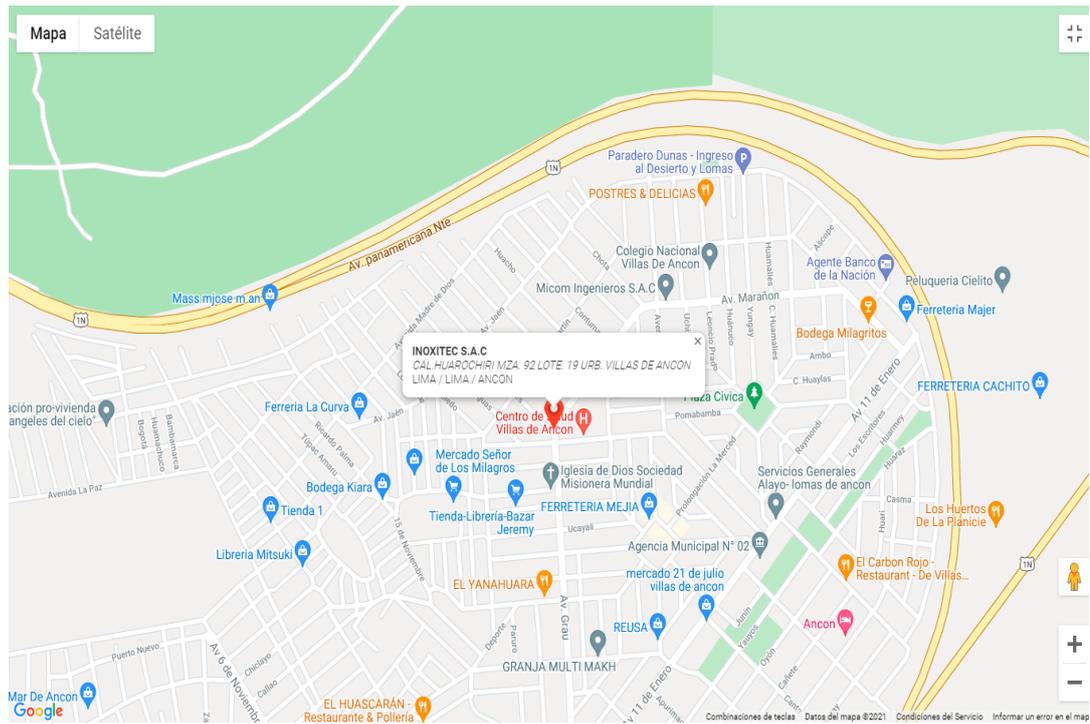


Figura 6. Localización geográfica INOXITEC S.A.C.

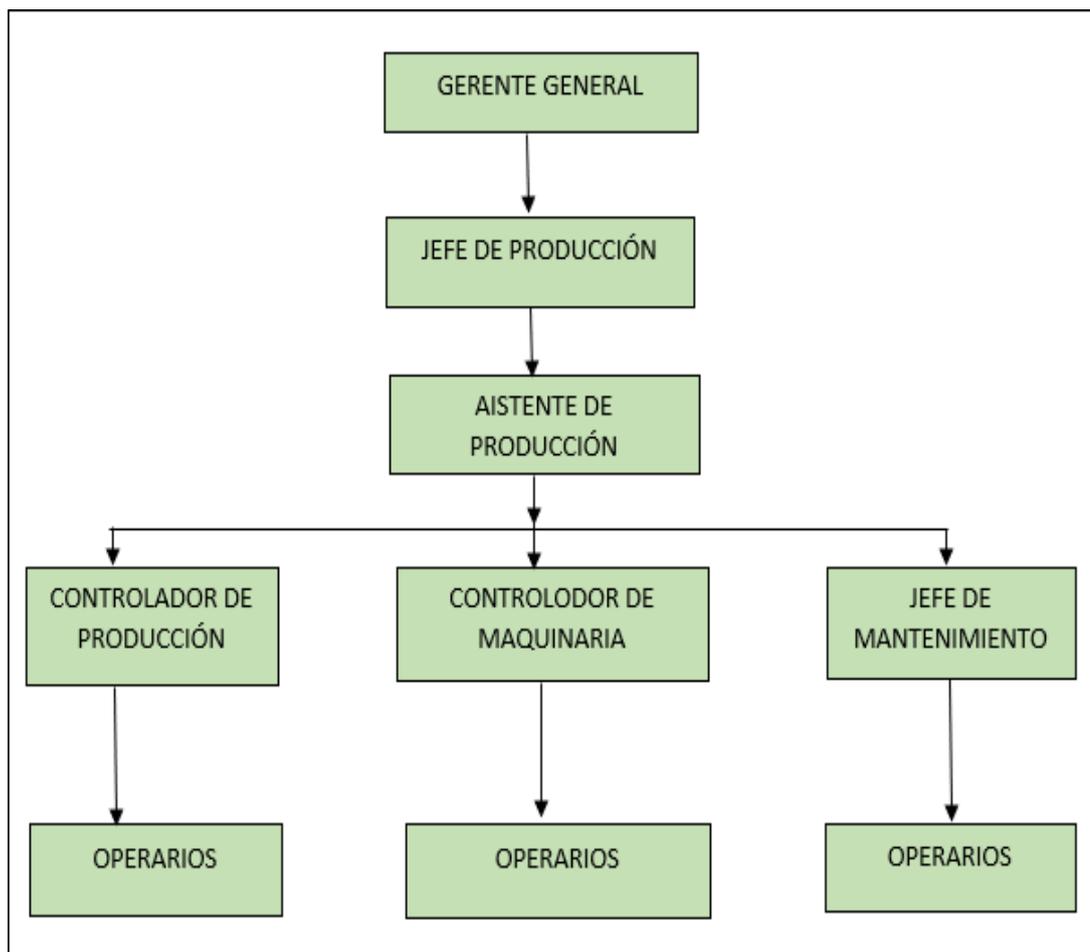


Figura 5. Organigrama de la empresa INOXITEC S.A.C.

MISIÓN: Ser pioneros a nivel público y tener presencia mundial en el negocio gastronómico.

VISIÓN: Especialistas en la fabricación, comercialización mantenimiento de equipos y maquinarias en acero inoxidable para la industria gastronómica.

Tabla 11. DAP de fabricación de congeladores industriales.

Diagrama de actividades de proceso							
Area de trabajo	Zona de producción	Actividad		Total			
Actividad	Fabricación de congeladoras verticales	Operación	●	33			
Fecha	24/10 2021	Trasporte	→	4			
Operador	Esau Neira	Demora	◐	1			
Descripción de la actividad		Inspección	■	4			
		Almacén	▼	2			
		Tiempo (minutos)		70			
		Distancia (metros)		42			
		Símbolos				Tiempo (min)	Distancia (mts)
		●	→	◐	■	▼	
Llegada de materia prima a almacén					3	0	
Levantar materia prima					1	-	
Coger instrumentos de medición					-	-	
Verificar medidas según compra					2	-	
Llevar materia prima hacia la maquina tronzadora					1	15	
Colocar material en la tronzadora					2	-	
Encender la tronzadora					1	-	
Realizar corte según plano					5	-	
Apagar la tronzadora					-	-	
Coger instrumentos de medición					1	-	
Dejar instrumento de medición					1	-	
Trasladar el material ala plegadora					2	4	
Se entrega la pieza cortada al operador de la plegadora					-	-	
El material cortado espera ser doblado					5	-	
Se abre la mesa principal de la plegadora					1	-	
Colocar la pieza en la máquina plegadora					1	-	
Se acondiciona la maquina plegadora					3	-	
Se enciende la máquina					-	-	
Se realiza el pre doblado					5	-	
Apagar la máquina plegadora					1	-	
Coger instrumentos de medición					1	-	
Realizar la verificación de medidas					2	-	
Dejar instrumento de medición					-	-	
Encender la maquina plegadora					1	-	
Acercar la prensa para ser doblada la pieza					1	-	
Realizar el doblado final					2	-	
Apagar la maquina plegadora					1	-	
Verificar medidas según plano					2	-	
Coger instrumento de medición					-	-	
Verificar medidas según plano					1	-	
Guardar instrumentos de medición					2	-	
Retirar la pieza doblada.					1	-	
Llevar la pieza doblada al área de soldadura					3	15	
Encender máquina de soldadura tic					-	-	
Soldar las piezas dobladas					2	-	
Armado y soldada cada pieza final					1	-	
Llevar producto terminado a control de calidad					3	8	
Almacenista coge el producto terminado					2	-	
El producto terminado es empacado					-	-	
Introducir el producto terminado en empaques					1	-	
Coger la etiqueta					1	-	
Etiquetar el empaque					2	-	
Se cierra el empaque					1	-	
Se almacena el empaque para ser entregado al cliente					5	0	
total						70	42

Fuente: elaboración propia

La Tabla 11, muestra el DAP de la empresa, de la fabricación de equipos de congeladores industriales en acero inoxidable, ante la llegada de las materias primas hasta las entregas finales a los clientes.

Señal que presenta ambas máquinas, tronzadora y plegadora que requieren un buen mantenimiento preventivo.

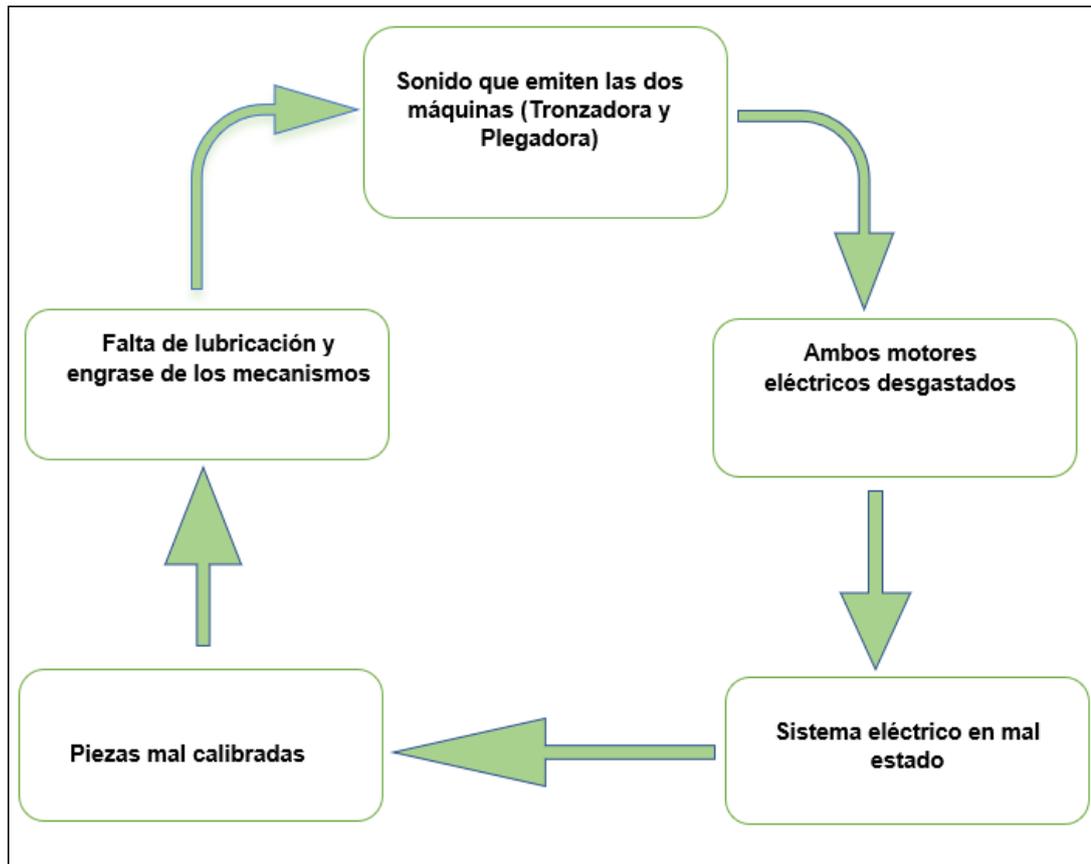


Figura 7. Señal que requieren mantenimiento preventivo.

Medición Pre - Test

Los indicadores de este informe de investigación en términos de productividad serán la eficiencia y la eficacia. Unos datos de la ficha de registro nos fueron proporcionadas la empresa INOXITEC S.A.C. Para poder identificar la situación inicial y presente en el desarrollo de la producción, antes de que se realice la implementación del mantenimiento preventivo, que sea verdadera y confiable.

Tabla 12. Datos del mes de octubre.

DATOS DE LA EMPRESA INOXITEC S.A.C. DE LA MÁQUINA TRONZADORA Y PLEGADORA				
OCTUBRE	UNIDADES (PIEZAS)		HORAS DE PRODUCCIÓN (min)	
FECHA	PLANIFICADAS	PRODUCIDAS	DISPONIBLE	TIEMPO REAL (min)
DÍA 1	96	93	960	837
DÍA 2	96	80	960	880
DÍA 3	0	0	0	0
DÍA 4	96	84	960	862
DÍA 5	96	83	960	845
DÍA 6	96	81	960	828
DÍA 7	96	82	960	862
DÍA 8	96	80	960	854
DÍA 9	96	96	960	811
DÍA 10	0	0	0	0
DÍA 11	96	83	960	862
DÍA 12	96	96	960	854
DÍA 13	96	89	960	837
DÍA 14	96	81	960	854
DÍA 15	96	84	960	862
DÍA 16	96	83	960	845
DÍA 17	0	0	0	0
DÍA 18	96	81	960	803
DÍA 19	96	83	960	862
DÍA 20	96	84	960	960
DÍA 21	96	82	960	837
DÍA 22	96	84	960	862
DÍA 23	96	85	960	890
DÍA 24	0	0	0	0
DÍA 25	96	82	960	898
DÍA 26	96	85	960	793
DÍA 27	96	84	960	854
DÍA 28	96	90	960	845
DÍA 29	96	82	960	854
DÍA 30	96	83	960	862
DÍA 31	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

Tabla 12, presenta los datos de la ficha de registro ya sumados en cantidad de piezas (planificadas y producidas). Asimismo, también se calculó las horas de producción (tiempo disponible y tiempo real), de ambas máquinas correspondientes al mes de octubre, a través del cual se hallará los índices de cada dimensión en los que se encuentran cada variable.

Tabla 13. *Tiempo de parada por mantenimiento no programado de octubre.*

TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO			
DÍAS	TIEMPO (min)	DÍAS	TIEMPO (min)
DÍAS 1	160	DÍA16	160
DÍAS 2	140	DÍA17	0
DÍAS 3	0	DÍA18	150
DÍAS 4	147	DÍA19	164
DÍAS 5	116	DÍA20	170
DÍAS 6	120	DÍA21	160
DÍAS 7	122	DÍA22	148
DÍAS 8	112	DÍA23	110
DÍAS 9	143	DÍA24	0
DÍAS 10	0	DÍA25	130
DÍAS 11	130	DÍA26	120
DÍAS 12	150	DÍA27	110
DÍAS 13	140	DÍA28	128
DÍAS 14	160	DÍA29	140
DÍAS 15	140	DÍA30	130
		DÍA 31	0
			3600

Fuente: elaboración propia

Tabla 14. *Tiempo de parada por mantenimiento los domingos de octubre.*

TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO LOS DOMINGOS			
DÍAS	TIEMPO (min)	DÍAS	TIEMPO (min)
DÍAS 1		DIA16	
DÍAS 2		DÍA17	800
DÍAS 3	800	DÍA18	
DÍAS 4		DÍA19	
DÍAS 5		DÍA20	
DÍAS 6		DÍA21	
DÍAS 7		DÍA22	
DÍAS 8		DÍA23	
DÍAS 9		DÍA24	800
DÍAS 10	800	DÍA25	
DÍAS 11		DÍA26	
DÍAS 12		DÍA27	
DÍAS 13		DÍA28	
DÍAS 14		DÍA29	
DÍAS 15		DÍA30	
		DÍA 31	0
			3200

Fuente: elaboración propia

Tabla 13, presenta tiempo de parada por mantenimiento no programado. Asimismo, la **tabla 14**, representa el tiempo de parada por mantenimiento, todos los domingos, (máquinas en general), para evitar atrasos en la productividad, llegando así en su totalidad de 53.3 horas al mes o 3200 min al mes.

Eficiencia, el primer indicador presenta el tiempo disponible que es de 960 minutos, que se requiere en vista de las horas trabajadas con las 2 máquinas (8 horas del día = 480 minutos para cada máquina, tronzadora y plegadora), que será equivalente a la división del tiempo real de producción, (ver Tabla.15)

Tabla 15. “Eficiencia” Pre – Test

MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA ANTES DE IMPLEMENTARSE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MÁQUINAS TRONZADORA Y PLEGADORA			
OCTUBRE	INOXITEC S.A.C.		
DÍA	TIEMPO DISPONIBLE(min)	TIEMPO REAL(min)	EFICIENCIA
DÍA1	960	837	87.19%
DÍA2	960	880	91.67%
DÍA3	960	862	89.79%
DÍA4	960	845	88.02%
DÍA5	960	828	86.25%
DÍA6	960	862	89.79%
DÍA7	960	854	88.96%
DÍA8	960	811	84.48%
DÍA9	960	862	89.79%
DÍA10	960	854	88.96%
DÍA11	960	837	87.19%
DÍA12	960	854	88.96%
DÍA13	960	862	89.79%
DÍA14	960	845	88.02%
DÍA15	960	803	83.65%
DÍA16	960	862	89.79%
DÍA17	960	960	100.00%
DÍA18	960	837	87.19%
DÍA19	960	862	89.79%
DÍA20	960	890	92.71%
DÍA21	960	898	93.54%
DÍA22	960	793	82.60%
DÍA23	960	854	88.96%
DÍA24	960	845	88.02%
DÍA25	960	854	88.96%
DÍA26	960	862	89.79%
TOTAL	24960	22213	88.99%

Fuente: elaboración propia



Figura 8. Gráfico de tendencia – Eficiencia antes

Figura 8, se puede apreciar la tendencia de eficiencia de los días laborables antes de realizar el mantenimiento preventivo, que empezó día 1 y termino día 26, dando como resultado un promedio **88.99%**.

Operación de la eficiencia del pre-Test del mes de octubre

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real de producción}(\text{min})}{\text{Tiempo disponible de producción}(\text{min})} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 22213 / 24960 \times 100\% = \mathbf{88.99\%}$$

Eficacia, el segundo indicador será medido para un tiempo de 26 días de trabajos laborables en las 2 máquinas tronzadora y plegadora, utilizando la base de datos de la ficha de registro adjunta. La cantidad de piezas planificadas será dividida entre las piezas producidas, (ver tabla 16).

Tabla 16. “Eficacia” Pre – Test

MEDICIÓN DE LA EFICACIA ANTES DE IMPEMENTARSE EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MÁQUINAS TONZADORA Y PLEGADORA			
OCTUBRE	INOXITEC S.AC.		
FECHA	PIEZAS PLANIFICADAS	PIEZAS PRODUCIDAS	EFICACIA
DÍA 1	96	93	96.88%
DÍA 2	96	80	83.33%
DÍA 3	96	84	87.50%
DÍA 4	96	83	86.46%
DÍA 5	96	81	84.38%
DÍA 6	96	82	85.42%
DÍA 7	96	80	83.33%
DÍA 8	96	96	100.00%
DÍA 9	96	83	86.46%
DÍA 10	96	96	100.00%
DÍA 11	96	89	92.71%
DÍA 12	96	81	84.38%
DÍA 13	96	84	87.50%
DÍA 14	96	83	86.46%
DÍA 15	96	81	84.38%
DÍA 16	96	83	86.46%
DÍA 17	96	84	87.50%
DÍA 18	96	82	85.42%
DÍA 19	96	84	87.50%
DÍA 20	96	85	88.54%
DÍA 21	96	82	85.42%
DÍA 22	96	85	88.54%
DÍA 23	96	84	87.50%
DÍA 24	96	90	93.75%
DÍA 25	96	82	85.42%
DÍA 26	96	83	86.46%
TOTAL	2496	2200	88.14%

Fuente: elaboración propia



Figura 9. Gráfico de tendencia – Eficacia antes

Figura 9, se observa la tendencia de la eficacia de los días laborables antes de implementarse el mantenimiento preventivo que empezó el día 1 y termino día 26, dando como resultado el promedio final de **88.14%**.

Operación de la eficacia del pre-Test de octubre

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planificadas}} \times 100\%$$

$$\text{Eficacia} = 2200 / 2496 \times 100\% = \mathbf{88.14\%}$$

La productividad, que se medirá como el producto de la eficiencia por la eficacia durante un tiempo de 26 días laborables mediante los siguientes datos de la ficha de registro, que se tomó en cuenta antes de implementarse el mantenimiento preventivo.

Tabla 17. “Productividad” Pre – Test

PRODUCTIVIDAD ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
DÍA	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD
DÍA 1	87.19%	96.88%	84.46%
DÍA 2	91.67%	83.33%	76.39%
DÍA 3	89.79%	87.50%	78.57%
DÍA 4	88.02%	86.46%	76.10%
DÍA 5	86.25%	84.38%	72.77%
DÍA 6	89.79%	85.42%	76.70%
DÍA 7	88.96%	83.33%	74.13%
DÍA 8	84.48%	100.00%	84.48%
DÍA 9	89.79%	86.46%	77.63%
DÍA 10	88.96%	100.00%	88.96%
DÍA 11	87.19%	92.71%	80.83%
DÍA 12	88.96%	84.38%	75.06%
DÍA 13	89.79%	87.50%	78.57%
DÍA 14	88.02%	86.46%	76.10%
DÍA 15	83.65%	84.38%	70.58%
DÍA 16	89.79%	86.46%	77.63%
DÍA 17	100.00%	87.50%	87.50%
DÍA 18	87.19%	85.42%	74.47%
DÍA 19	89.79%	87.50%	78.57%
DÍA 20	92.71%	88.54%	82.09%
DÍA 21	93.54%	85.42%	79.90%
DÍA 22	82.60%	88.54%	73.14%
DÍA 23	88.96%	87.50%	77.84%
DÍA 24	88.02%	93.75%	82.52%
DÍA 25	88.96%	85.42%	75.99%
DÍA 26	89.79%	86.46%	77.63%
TOTAL	88.99%	88.14%	78.44%

Fuente: elaboración propia



Figura 10. Gráfico de tendencia – Productividad antes

Figura 10, representa la tendencia de la productividad, de los días laborables, la cual empezó el día 1 y termino el día 26, dando como resultado final **78.44%**.

Operación de la productividad del pre-Test del mes de octubre

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

$$\text{Productividad} = 0.8899 \times 0.8814 = \mathbf{0.7844}$$

$$\text{Productividad} = \mathbf{78.44\%}$$

Se efectuará las operaciones de los dos indicadores de fiabilidad y disponibilidad antes de ser implementado el mantenimiento preventivo

Tabla 18. “Fiabilidad” Pre – Test

MEDICIÓN DE LA FIABILIDAD ANTES DE SER IMPLEMENTADO EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MÁQUINAS			
OCTUBRE	INOXITEC S.AC.		
FECHA	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN (min) (TTP)	TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO(min) (TPMNP)	FIABILIDAD
DÍA 1	960	160	83.33%
DÍA 2	960	140	85.42%
DÍA 3	960	147	84.69%
DÍA 4	960	116	87.92%
DÍA 5	960	120	87.50%
DÍA 6	960	122	87.29%
DÍA 7	960	112	88.33%
DÍA 8	960	143	85.10%
DÍA 9	960	130	86.46%
DÍA 10	960	150	84.38%
DÍA 11	960	140	85.42%
DÍA 12	960	160	83.33%
DÍA 13	960	140	85.42%
DÍA 14	960	160	83.33%
DÍA 15	960	150	84.38%
DÍA 16	960	164	82.92%
DÍA 17	960	170	82.29%
DÍA 18	960	160	83.33%
DÍA 19	960	148	84.58%
DÍA 20	960	110	88.54%
DÍA 21	960	130	86.46%
DÍA 22	960	120	87.50%
DÍA 23	960	110	88.54%
DÍA 24	960	128	86.67%
DÍA 25	960	140	85.42%
DÍA 26	960	130	86.46%
TOTAL	24960	3600	85.58%

Fuente: elaboración propia

Operación de la fiabilidad del pre-Test del mes de octubre

$$\text{Fiabilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPMNP}}{\text{TTP}}$$

$$\text{Fiabilidad} = 24960 - 3600 / 24960 = 0.85577$$

$$\text{Fiabilidad} = 85.58\%$$

Tabla 19. “Disponibilidad” Pre –Test

MEDICIÓN DE LA DISPONIBILIDAD ANTES DE SER IMPLEMENTADO EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MÁQUINAS			
OCTUBRE	INOXITEC S.AC.		
FECHA	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN (min) (TTP)	TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO(min) LOS DOMINGOS (TPM)	DISPONIBILIDAD
DÍA 1	960	0	100.00%
DÍA 2	960	0	100.00%
DÍA 3	960	800	16.67%
DÍA 4	960	0	100.00%
DÍA 5	960	0	100.00%
DÍA 6	960	0	100.00%
DÍA 7	960	0	100.00%
DÍA 8	960	0	100.00%
DÍA 9	960	0	100.00%
DÍA 10	960	800	16.67%
DÍA 11	960	0	100.00%
DÍA 12	960	0	100.00%
DÍA 13	960	0	100.00%
DÍA 14	960	0	100.00%
DÍA 15	960	0	100.00%
DÍA 16	960	0	100.00%
DÍA 17	960	800	16.67%
DÍA 18	960	0	100.00%
DÍA 19	960	0	100.00%
DÍA 20	960	0	100.00%
DÍA 21	960	0	100.00%
DÍA 22	960	0	100.00%
DÍA 23	960	0	100.00%
DÍA 24	960	800	16.67%
DÍA 25	960	0	100.00%
DÍA 26	960	0	100.00%
TOTAL	24960	3200	87.18%

Fuente: elaboración propia

Operación de la disponibilidad del pre-Test del mes de octubre

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPM}}{\text{TTP}}$$

$$\text{Disponibilidad} = 24960 - 3200 / 24960 = 0.87179$$

$$\text{Disponibilidad} = \mathbf{87.18\%}$$

Tabla 18 y 19, se muestra la operación de cada uno de los indicadores (fiabilidad y disponibilidad) antes de ser implementado el mantenimiento preventivo. Con relación a los tiempos de paradas por mantenimiento no programado. Además, todos los domingos se efectúan mantenimientos a las máquinas para evitar atrasos en la productividad.

Tabla 20. “Indicadores de octubre” Pre – Test

MESES	INDICADORES				
	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	FIABILIDAD	DISPONIBILIDAD
OCTUBRE	88,99%	88,14%	78,44%	85,58%	87,18%

Fuente: elaboración propia

Tabla 20, presenta los porcentajes en su totalidad de los indicadores de las variables del pre-Test antes de ser implementado. Por lo tanto, se hizo un análisis de la situación actual de la empresa, obteniendo como resultado la productividad el 78,44%. A partir de la información obtenida, es posible tomar medidas preventivas indispensables para aumentar la productividad en la empresa.

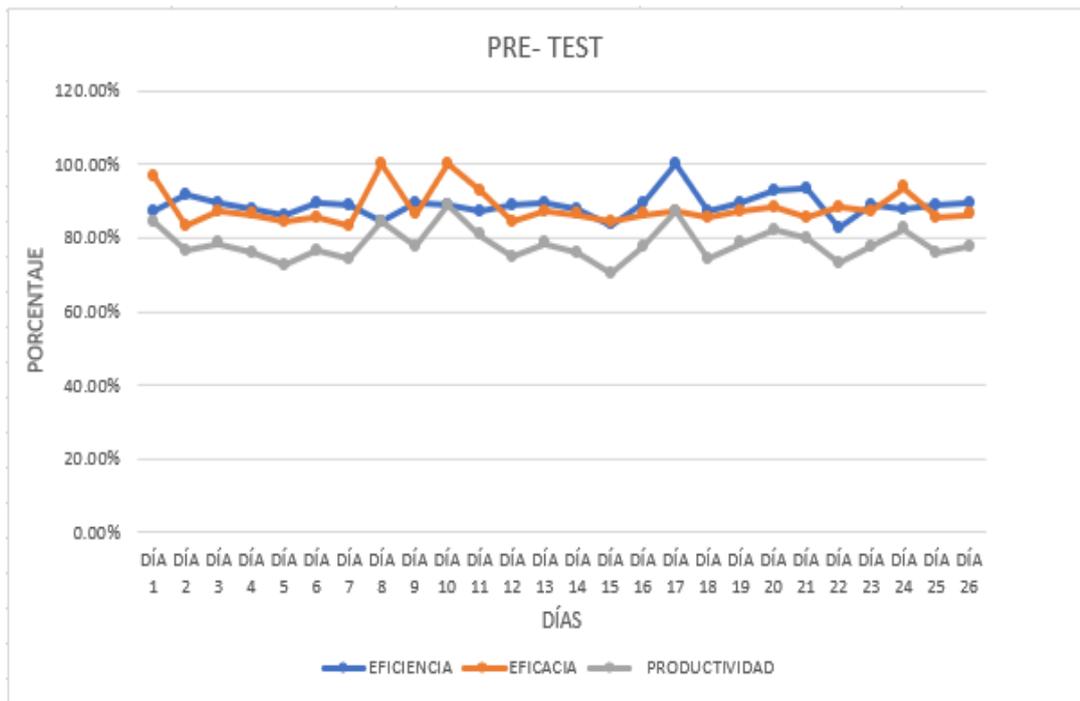


Figura 11. Gráfico pre –Test – Antes

Descripción de la situación problemática

La situación problemática que presenta la empresa INOXITEC S.A.C., está teniendo constantes cierres improvisados que provocan la pérdida de horas de producción de piezas metálicas. Además, tiene atraso en la entrega de pedido a sus clientes de su producto terminado, como sus equipos de congeladores, cocinas, campanas extractoras, todos industriales, etc. Por lo que su producción ha bajado considerablemente.

Asimismo, no cuenta con una implementación efectiva de mantenimiento, hacia los equipos y maquinarias, para su buen funcionamiento de ellos. Por otra parte, no cuenta con un suministro de piezas o extras para reparar los equipos, que presentan fallas constantes, ya que no hay un control satisfactorio de inventario, además hay una ausencia de apoyo de mantenimiento de la actividad de los equipos.

De acuerdo con las causas obtenidos en el diagrama de Ishikawa (ver Fig. 1) y designadas con relación a su puntuación en el gráfico de Pareto (ver Fig. 2), es posible identificar las causas que generan directamente en la productividad. Por lo tanto, utilizando el 80 - 20, se puede decir que el 80% de las causas en su gran mayoría conducen a una baja productividad en la empresa.

Tabla 21. *Causas que producen una baja productividad según el 80-20*

Nro.	Causas
C8	Parada de maquinas
C7	Falta de mantenimiento
C6	Exceso de averías
C5	Maquinaria sucia
C4	No hay stock de repuestos
C12	Falta de calibración de maquinaria
C2	Falta de capacitación

Fuente: elaboración propia

Tabla 21, presenta que el 80% de las causas que inciden totalmente en la baja productividad de INOXITEC S.A.C. Por lo tanto, para poder implementar el mantenimiento preventivo, es necesario saber el registro de actividades y condiciones que tiene la máquina tronzadora y plegadora en cuanto a su operatividad.

Tabla 22. *Actividades y condiciones de las partes de la (Tronzadora)*

PARTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
Motor eléctrico	Promover la fuerza mecánica a todo el sistema	Sobrecalentamiento del motor	Realizar análisis de vibraciones	Anual
Fuente de alimentación	Promover energía eléctrica a la máquina	Sobre cargas, cortocircuito	Inspección visual	Diario
Balero rodamiento	Girar el eje con facilidad y mantener firme el eje en posición horizontal	Desgaste agresivo o adhesivo, fractura corrosión	Comprobar funcionamiento	Mensual
Manivela	Regular la altura de la del disco de corte	Mal estado no transmite movimiento	Comprobar funcionamiento	Semanal
Mesa de trabajo	Sostener y alojar el material a cortar	Lubricación calibración	Inspección visual	Diario

Fuente: elaboración propia

Tabla 23. *Actividades y condiciones de las partes de la (plegadora)*

PARTE	FUNCIÓN	MODO DE FALLO	PROCEDIMIENTO	FRECUENCIA
Motor eléctrico	Promover la fuerza mecánica a todo el sistema	Sobrecalentamiento del motor	Realizar análisis de vibraciones	Anual
Sistema de embriague	Transmitir energía o movimiento al motor	El ruido de fricción durante el trabajo	Comprobar funcionamiento	Mensual
Eje	Girar el movimiento de rotación y sostener varias piezas	Se da una rotura del eje	Comprobar funcionamiento	Semanal
Manómetro	Indicar la presión ejercida por la máquina	Descalibrado indicando sin precisión a la fuerza ejercida	Inspección visual	Diario
Tanque hidráulico	Controlar la temperatura del motor	Líquido hidráulico caducado	Inspección visual	Diario

Fuente: elaboración propia

Se observa el registro de las actividades y condiciones que cumplen ambas máquinas con mayor frecuencia de uso en la producción de piezas metálicas en acero inoxidable, en las tablas **22 y 23**, presenta actividades distintas ambas máquinas, Asimismo, nos da a conocer la función que cumple, el modo de fallo que ocurre, el procedimiento que se realiza y la frecuencia con que se le supervisa a cada una de las partes de las máquinas.

Propuesta de la mejora

Al llevar a cabo la propuesta de la mejora en la empresa INOXITEC S.A.C. Se elaboró la matriz de priorización (ver tab. 7), se plantearon varias estrategias, por ejemplo, Mantenimiento Preventivo, Estudio de Trabajo, TPM, 5S, Just in time, Ciclo Deming. Así mismo, verificando el análisis con el jefe responsable de la productividad, se optó que el mantenimiento preventivo es el método correcto que debe adoptar la empresa, esto debido a la problemática que conduce a una disminución considerable de la productividad.

Asimismo, contamos con a la información recopilada de los registros de datos que, brindado la empresa, (ver tabla 12). Como indica, la producción se ve afectada, lo que genera un impacto negativo en la eficiencia y eficacia, estos datos se pueden ver en las (tab.15 y 16), que fueron recogidos a través de una ficha de registro.

La implementación del mantenimiento preventivo se llevó a cabo a través de dos etapas, que son la planeación y control. Su ejecución fue completada todos los días por operarios, realizando inspecciones y toma de notas de máquinas a ser utilizadas, de manera que asumiendo que hubiera efectos secundarios de necesidad de mantenimiento, esto se hará, eventualmente, para mantener alejado los paros que influyen en el sistema de la producción.

Estudio de posibilidad de solución

Sobre la base del estudio de causa raíz de los problemas en la

empresa, se recomendó que la alternativa sea ejecutar el mantenimiento preventivo, ya que esta herramienta es satisfactoria para evitar averías o fallas en las máquinas. Por lo cual se aprobó aumentar la productividad de INOXITEC S.A.C., por medio de la implementación de mantenimiento preventivo, y es importante iniciar con las posibilidades de solución que ayuden a mejorar la problemática. De igual forma, la Tabla 22, muestra las posibilidades de solución.

Tabla 24. *Posibilidades de solución frente a las causas mostradas*

Causas	Posibilidades de solución
Parada de máquinas	Inspección de la maquinaria a través del mantenimiento preventivo
Falta de mantenimiento	Implementación de un plan de mantenimiento preventivo
Exceso de averías	Implementación e inspección de mantenimiento preventivo
Máquina sucia	Implementación del mantenimiento que corresponda
No hay stock de repuestos	Implementación de stock de repuestos
Falta calibración de maquinaria	Implementación para formatos de calibración
Falta de capacitación	Realizar reuniones donde se instruya al personal acerca del manual de uso de las máquinas

Fuente: elaboración propia

Etapas de muestras para la ejecución

Etapas de Planeación

Etapa 1. Recolección de la información de los documentos de las máquinas

Etapa 2. Verificar los documentos y planificar formatos

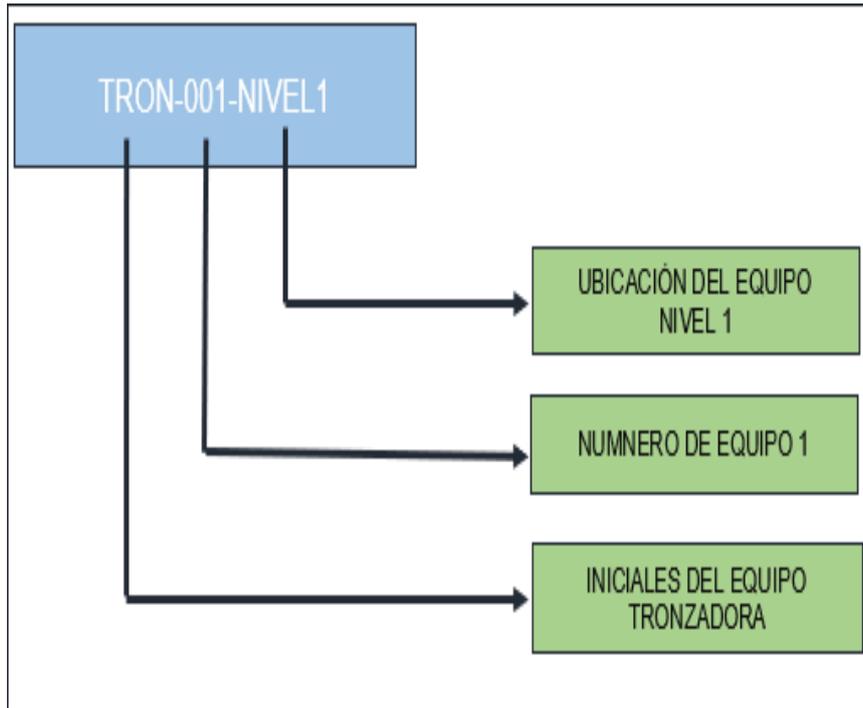


Figura 12. Muestra para codificación de la tronzadora

	INVENTARIADO
Fecha:	
Área:	

Figura 13. Muestra del inventario

	INOXITEC		
Repuestos de la maquina			
Repuestos	Stock (unid.)	Costo unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Materiales	Stock	Costo unitario	Costo total
Total			

Figura 14. Muestra de compra de repuestos

Tabla 25. Ficha técnica de la máquina

	INOXITEC S.A.C.				
Ficha Técnica de la Máquina					
Nombre					
Código					
Origen					
N° de serie					
Modelo					
Año de fabricación					
Especificación del equipo					
Potencia					
Tensión/ Frecuencia					
Consumo					
Velocidad		Dimensiones			
Diámetro de disco		Peso	Alto	Ancho	Largo
Velocidad del motor					
Condiciones generales					
Actividad					
Año de servicio					
Situación actual					
Observaciones					
Criticidad					

Fuente: elaboración propia

Etapa 3. Pasos de mantenimiento a ejecutar

Etapa 4. Programación de actividades de mantenimiento a realizar

Tabla 26. Programación de actividades

Programación de las actividades	
Frecuencia	Actividades
Diaria	
Semanal	
Mensual	
Anual	

Fuente: Elaboración propia

Etapa 5. Establecer los responsables del plan

Etapa 6. Capacitación y entrenamiento del personal

Etapa de Control

Se han hecho informes de mantenimiento sobre las máquinas tronzadora y plegadora, lo que permitirá estimar su desempeño. Su aplicación aumentará la disponibilidad y la fiabilidad de las máquinas, reducirá el tiempo de inactividad, reducirá los costos de mantenimiento y evitará el tiempo de inactividad no planificado. A continuación, un modelo para el registro del reporte de mantenimiento, (ver tab.25).

Tabla 27. Reporte de mantenimiento

		Reporte del mantenimiento		Fecha:
Maquina:		Frecuencia		
Código:		Mensual:		
Defecto:		Bimestral:		
Acción preventiva:		Trimestral:		
Materiales utilizados:				
Observaciones:				

Jefe de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia

Etapa 7. Promover la utilización del mantenimiento preventivo.

4.2. Implementación de la propuesta

Diseño de la implementación del mantenimiento preventivo, para llevar a cabo esta implementación, hemos continuado siguiendo algunos ciertos pasos y métodos que ayuden a diseñar la implementación del mantenimiento preventivo.

El motivo para poder llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo es de preservar el estado de las máquinas en óptimas condiciones para su buen funcionamiento, como la máquina tronadora de la marca tejero y la máquina plegadora de la marca 2500 mm alemana, mediante el uso de inspecciones a ambas máquinas con un cronograma planificado previamente para su ejecución. De esta manera se logrará evitar paradas o tiempos muertos en las dos máquinas de mayor participación para la elaboración de piezas metálicas.

La implementación se efectuó en dos etapas, planeación y control, los cuales cuentan con varios pasos cada uno durante su ejecución.

Etapas de Planeación

Etapa 1. Recolección de la información de los documentos de las máquinas.

Solicitamos al Gerente de Mantenimiento, Neiser Neira Romero, que nos proporcionara todos los documentos disponibles sobre las máquinas de producción, especialmente las máquinas más relevantes para la producción de piezas metálicas. Ya adquirido los manuales de las máquinas, se procederá a ejecutar el mantenimiento preventivo.



Figura 15. Documentos de la maquina tronzadora y plegadora

Etapa 2. Verificar los documentos y planificar formatos

La empresa INOXITEC S.A.C., no posee registros que indiquen que haya mantenimiento preventivo en su maquinaria, esto también indica que no existe un control para la adquisición de refacciones que pueda necesitar la maquinaria en caso de averías durante su jornada. Por el cual fue necesario la aplicación de algunos pasos que son:

Paso 1. Codificación de máquinas

Con el propósito de controlar mejor el número de maquinarias, historial de mantenimiento, componentes de las máquinas, sección o zona de localización; Se hizo el marcado y codificación de las maquinarias, lo que facilitará su localización. Seguidamente, se presentará una muestra de codificación de las máquinas tronzadora y plegadora que cuenta la empresa.

Cada máquina se marcará con su código de modelo antiguo y también se ingresará el dato en la ficha de registro con sus diversas especificaciones, también se incluirá la fecha del último mantenimiento que se le realizó a la máquina.

Seguidamente, observará las máquinas con sus respectivas etiquetas (ver figura 17 y 18).



Figura 16. Codificación de la tronzadora TRO – 002 – NIV



Figura 17. Codificación de la plegadora PLE – 001 – NIV1

Paso 2. Inventario de máquinas

Figura 18, muestra el total de las maquinarias del área de producción que tiene la empresa. Todas las máquinas deben estar inventariadas y necesita actualizarse, generalmente cuando se adquiere o se desecha una de las máquinas.

 INVENTARIO DE LAS MÁQUINAS DE PRODUCCIÓN					REVISIÓN: ORIGINAL
					FECHA: ENERO 2022
N°	CODIGO	DESCRIPCIÓN	MARCA	UBICACIÓN	CONDICIÓN ACTUAL
1	TRO-001-NIV1	Tronzadora	Española	1ER NIV	Operativa
2	TRO-002-NIV1	Tronzadora	Española	1ER NIV	Operativa
3	PLE-001-NIV1	Plegadora	Alemana	1ER NIV	Operativa
4	PLE-002-NIV1	Plegadora	Alemana	1ER NIV	Operativa
5	TAL-001-NIV1	Taladro	Usa	1ER NIV	Operativa
6	TAL-002-NIV1	Taladro	Usa	1ER NIV	Operativa
7	TAL-003-NIV1	Taladro	Usa	1ER NIV	Operativa
8	AMO-001-NIV1	Amoladora	China	1ER NIV	Operativa
9	AMO-002-NIV1	Amoladora	China	1ER NIV	Operativa
10	ESM-001-NIV1	Esmeril	China	1ER NIV	Operativa
11	ESM-002-NIV1	Esmeril	China	1ER NIV	Operativa
12	ESM-003-NIV1	Esmeril	China	1ER NIV	Operativa
13	PRE-001-NIV1	Prensa	China	1ER NIV	Operativa
14	MAS-001-NIV1	Máquina de soldar TIG	China	1ER NIV	Operativa
15	MAS-001-NIV1	Máquina de soldar TIG	China	1ER NIV	Operativa
16	MAS-001-NIV1	Máquina de soldar MIG	China	1ER NIV	Operativa


INOXITEC S.A.C.
 Orlando Neira Romero
 GERENTE GENERAL

Calle Huarochirí Mz 92 Lote 19-Villas de Ancón - Ancón / Teléfonos 986240426-992562455

Figura 18. Inventario de las máquinas de la empresa

Cabe señalar que se hizo un inventario total de las maquinarias localizadas en la empresa, según sus condiciones y actividades que cumplen, solo se ejecutaron a las máquinas tronzadora y plegadora.



Figura 19. Formato de inventariado realizado en el área de producción

Paso 3. Ficha técnica propuesta de las máquinas

Se realizó la elaboración de las fichas técnicas de información de cada una de las máquinas, con la finalidad de realizar el plan de mantenimiento. Esta hoja de información de la ficha, registrará todos los datos de las máquinas, por ejemplo: nombre del equipo, el código, la marca, el número de serie, el modelo, el año de fabricación, las cualidades generales, etc.

INOXITEC S.A.C.		Ficha Técnica de la Máquina			
Nombre	TRONZADORA				
Código	TEO-001-001				
Origen	ESPAÑOLA				
N° de serie	B-250				
Modelo	T-250				
Año de fabricación	1978				
Especificación del equipo					
Potencia	3.2 HP				
Tensión/ Frecuencia	60 HZ				
Consumo	220 W				
Velocidad	3500 r/min	Peso	Alto	Ancho	Largo
Diámetro de disco	356 mm - 14"				
Velocidad del motor	3000 r.p.m	90 kg	110 cm	85 cm	95 cm
Condiciones generales:					
Actividad	CORTE DE LAMINAS DE ACERO				
Año de servicio	45 años				
Situación actual	OPERATIVA				
Observaciones	FALTA DE MANTENIMIENTO GENERAL				
Criticidad	MUY ALTA				


INOXITEC S.A.C.
 Orlando Noira Romero
 GERENTE GENERAL

Figura 20. Ficha técnica de la tronzadora y sus especificaciones

		INOXITEC S.A.C. Ficha Técnica de la Máquina			
Nombre	PLEGADOR				
Código	TR0-001-NW				
Origen	ALEMANA				
N° de serie	10235				
Modelo	2500 mm				
Año de fabricación	1987				
Especificación del equipo					
Potencia	120 TNS.				
Longitud máxima de plegado	3.050 mm	Dimensiones			
Distancia entre montantes	2.500 mm				
Cuello de cisne	350 mm	Peso	Alto	Ancho	Largo
Potencia del motor	11 kW	9000kg	235m	80cm	4m
Velocidad del motor	400 mm/s				
Condiciones generales					
Actividad	DOBLADO DE PIEZAS METALICAS				
Año de servicio	33 años				
Situación actual	OPERATIVO				
Observaciones	FALTA DE MANTENIMIENTO TOTAL				
Criticidad	MEDIO ALTO				

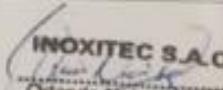

INOXITEC S.A.C.
 Orlando Neira Romero
 GERENTE GENERAL

Figura 21. Ficha técnica de la plegadora y sus especificaciones

Con la finalidad de ejecutar el mantenimiento preventivo en la organización, es vital no solamente de tener una lista de piezas adicionales, sino también tener diferentes suministros que se le solicita a lo largo del proceso de mantenimiento. Asimismo en la siguiente figura muestra el costo de todos los repuestos, materiales y suministros necesarios para implementar el mantenimiento preventivo.

Etapa 3. Pasos de mantenimiento a efectuar

Realizando el mantenimiento adecuado a las maquinarias, está destinado a garantizar que se mantenga la precisión y aumente la confiabilidad de la máquina.

Por ello, para un correcto mantenimiento, es necesario consultar los manuales y enseñanza del jefe de planta, el ingeniero graduado Neiser Neira Romero, con el fin de minimizar la ocurrencia de fallas en las maquinarias.

Las piezas de las maquinarias a tener en cuenta a la hora de efectuar el mantenimiento serán:

- Motor
- Rodamiento
- Eje
- Mesa de trabajo
- Manivela
- Guía de corte
- Cabezal
- Cableado
- Embriague
- Manómetro
- Tanque hidráulico

A todo el conjunto de las piezas de las máquinas es necesario revisar el grado de aceite; lubricación; Prueba de circuito, Limpieza completa del entorno del motor y de las máquinas.

Se realizó una limpieza general y verificación en qué estado se encuentra el embocinado de campo del motor de la máquina tronzadora



Figura 23. Limpieza general del embocinado de campo del motor

Se efectuó el mantenimiento general de los baleros y una inspección visual del colector de las delgas y las flechas, además se llevó a cabo una prueba de continuidad de las delgas y prueba de aislamiento del motor de arranque de la tronzadora.

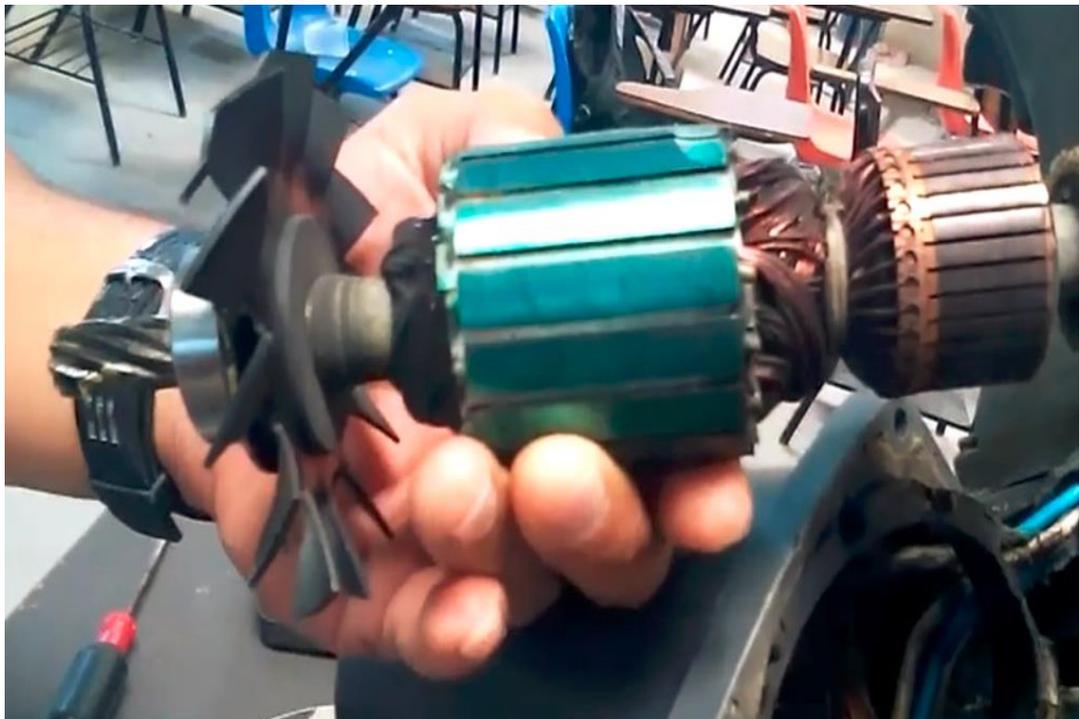


Figura 24. Prueba de continuidad y aislamiento

Se efectuó el mantenimiento preventivo y limpieza general de los mecanismos de la máquina plegadora.



Figura 25. Mantenimiento y limpieza general

Se realizó el mantenimiento preventivo a la bomba hidráulica, que tenía un desgaste interiormente, por causa de la suciedad y contaminación del aceite que generaba problemas en el uso, también se realizó el mantenimiento y el cambio de aceite de los pistones hidráulicos de la máquina plegadora.



Figura 26. Mantenimiento de la bomba hidráulica



Figura 27. Mantenimiento y cambio de aceite de los pistones hidráulicos

Etapa 4. Programación de actividades de mantenimiento a realizar

Todos los programas de mantenimiento están de acuerdo con las instrucciones de los manuales de las máquinas tronadora y plegadora. Lo podemos apreciar en la siguiente figura.

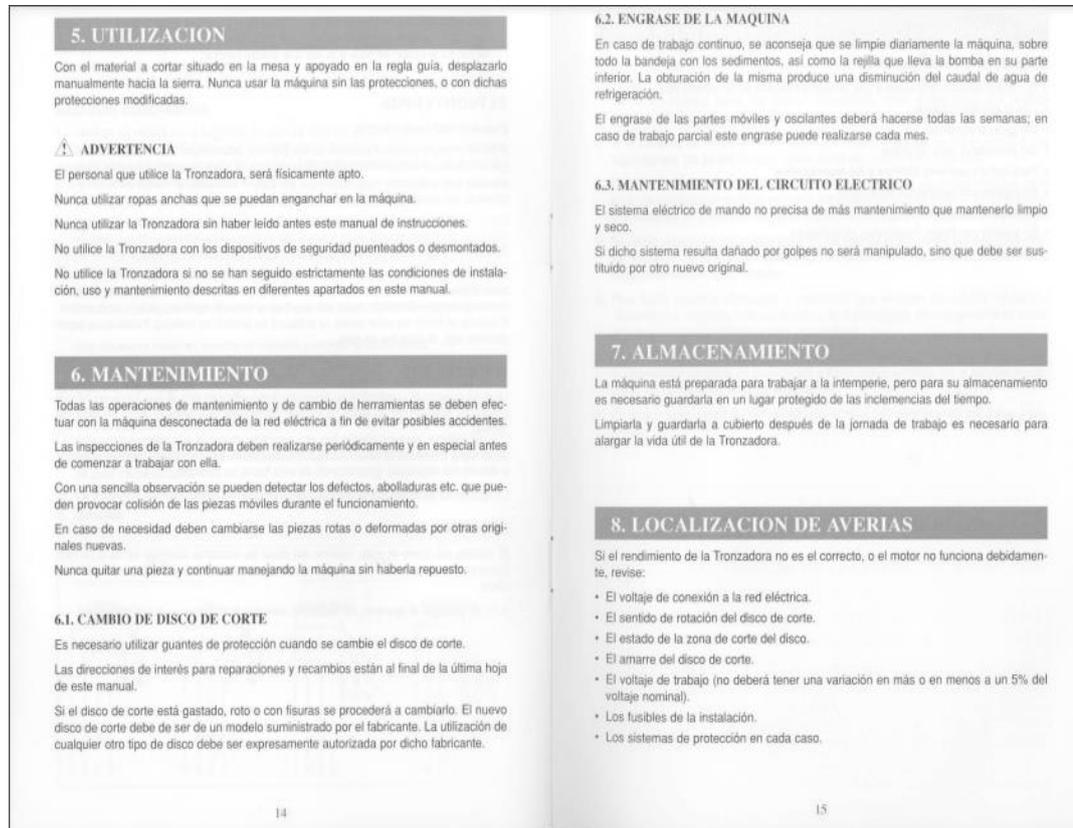


Figura 28. Manuales de mantenimiento a desarrollar

 FRECUENCIA DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		MAQUINA:
		TRONZADORA
		PLEGADORA
ACTIVIDADES		
DIARIA	Limpiar y verificar el sistema central de la mesa de trabajo de la tronadora	
	Verificar el sistema de circuito eléctrico de ambas maquinas	
	Limpiar todo la maquina contra el polvo	
	Realizar una inspección visual del manómetro	
	Verificar el tanque hidráulico en que estado se encuentra	
	Ajustar las tuercas y tornillos de la manivela	
SEMANAL	Verificar los ruidos y anomalías de la manivela y eje	
	Ajustar las tuercas y tornillos de la manivela	
	Limpieza general, lubricación, engrase a los brazos de la prensa hidráulica	
	Limpieza y mantenimiento de la bomba hidráulica	
MENSUAL	Realizar limpieza general de embocinado de campo de motor	
	Realizar evaluaciones e inspecciones completas sobre las operaciones de ambas maquinas	
	Verificar el estado actual del sistema de embriague	
	Realizar engrase de rodamientos y analizar vibraciones	
ANUAL	realizar mantenimiento del motor de ambas maquinas	
	Realizar pruebas de continuidad y aislamiento de la tronadora	
	Revisión general del sistema eléctrico	
	Revisión general del sistema de apoyo de la chapa de la plegadora	


INOXITEC S.A.C.
 Orlando Neira Romero
 GERENTE GENERAL

Calle Huarochiri Mz 92 Lote 19-Villas de Ancón - Ancón / Teléfonos 988240428-992582455

Figura 29. Frecuencia de las operaciones de las acciones a efectuar

Etapa 5. Establecer los responsables del plan

Las personas encargadas de que se cumpla todas las actividades del mantenimiento preventivo son:

Jefe de mantenimiento: Es responsable de mantener el control general y garantizar que se cumplan y repitan los trabajos de mantenimiento.

Supervisor: Es responsable de inspeccionar la finalización de las actividades de mantenimiento planificadas.

Operarios: Son los que desempeñan regularmente en reparaciones y mantenimiento en forma anual, mensual, semanal y diaria.



Figura 30. Responsables del plan de mantenimiento

Etapa 6. Capacitación y entrenamiento del personal

A fin de realizar el mantenimiento preventivo, un punto importante es la formación, capacitación y entrenamiento del personal. En él se decidió que al llevar acabo el mantenimiento es tarea de todos, lo cual es un trabajo de rutina y no debe descuidarse a lo largo del tiempo, lo cual contribuirá a la mejora continua.

Por lo tanto, se estableció a los encargados para la inspección de las máquinas de la empresa, asegurando así la disponibilidad y confiabilidad. La capacitación estuvo a cargo del ingeniero bachiller Neira Romero Neiser, quien entregó al personal los manuales de uso de la tronzadora y plegadora, para que tengan presente la utilización de las fichas.

Tabla 28. Hora y fecha de las capacitaciones

 "Los profesionales en acero inoxidable a tu servicio"		
Fecha -Hora	Temas a tratar	Responsables
19 de Enero del 2022 8: AM	<ul style="list-style-type: none"> - Introducción al mantenimiento preventivo - Información de las partes importantes de las máquinas tronzadora y plegadora - Como evitar fallas comunes y asesoramiento como evitarlas 	Jefe de mantenimiento Neira Romero Neiser
7 de Febrero del 2021 8:AM	<ul style="list-style-type: none"> - Implementación del mantenimiento preventivo - Información sobre pasos para la implementación - Presentación de documentos y formatos - Frecuencia de operaciones a realizar - Establecer responsables del plan de mantenimiento 	Jefe de mantenimiento Neira Romero Neiser
5 de Marzo del 2022 5:PM	<ul style="list-style-type: none"> - Promover las actividades y utilización correcta del mantenimiento preventivo 	Supervisor del Área Neira Romero Esaú


INOXITEC S.A.C.
 Orlando Neira Romero
 GERENTE GENERAL

Fuente: elaboración propia



Figura 31. Capacitación y entrenamiento del personal

Etapa de Control

El periodo de control de la implementación del plan es fundamental, ya que el fin es descubrir o prevenir esas desviaciones que se produzcan en el interior del mantenimiento preventivo y realizar los movimientos esenciales para ejecutar las medidas correctivas fundamentales.

En INOXITEC S.A.C., se implementó la etapa de control de mantenimiento preventivo mediante diferentes formatos que se le hicieron para su excelente control.

Reporte de mantenimiento: Este formulario es muy útil, ya que registrara todas las acciones a proceder durante el mantenimiento preventivo.

El encargado es de asegurar que este formulario sea relleno en forma completa y veraz, es el jefe de mantenimiento, quien es el responsable de brindar y ejecutar todos los trabajos de mantenimiento preventivo de las máquinas tronzadora y plegadora. Este reporte de mantenimiento incluye: fecha, número de código, defectos encontrados, acciones preventivas, frecuencia de mantenimiento, máquina que no estén trabajando y las operaciones que se realizaran, etc.

INOXITEC		Reporte del mantenimiento	Fecha:
Maquina:	TRONZADORA		Frecuencia
Código:	TAD-001 NIV 1	Mensual:	X
Defecto:	SONIDO EN EL ZAMBIDO	Bimestral:	
Acción preventiva:	Realizar Mantenimiento	Trimestral:	
Materiales utilizados:	CAMBIO DE FOLIO Y RODAMIENTO		
Observaciones:	La maquina presenta rodamiento con sonido Dificulta su operatividad la maquina.		
INOXITEC S.A.C. Calle 10 de Agosto 1000 Lima - Perú			
Jefe de mantenimiento			

Figura 32. Reporte de mantenimiento efectuado

Etapas 7. promover la utilización del mantenimiento preventivo

INOXITEC S.A. Se esfuerza por mejorar sus metas y objetivos, es por ello que pone empeño constantemente por alcanzar sus metas más y más altas y que refleja una perspectiva de lo que la empresa quiere ser. Esta perspectiva se materializa en el eslogan de implementación: "Cambia de opinión, actúa y trabaja hacia la perfección".



Figura 33. Promoviendo el mantenimiento preventivo

Tabla 29. Cronograma de la implementación

CRONOGRAMA DE LA IMPLEMENTACIÓN																																	
ACTIVIDADES		Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
Etapa de Planeación																																	
N°		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Recolección de la información de los documentos de las máquinas			■	■	■																											
2	Verificar los documentos y planificar formatos					■	■	■																									
3	Pasos de mantenimiento a efectuar									■	■																						
4	Programación de las actividades a realizar											■	■	■	■																		
5	Establecer los responsables del plan													■	■	■																	
6	Capacitación y entrenamiento del personal															■	■	■	■	■	■												
Etapa de Control																																	
7	Promover la utilización del mantenimiento preventivo																																

Fuente: elaboración propia

Resultados finales del Post- Test

Medición del Post - Test

Tabla 30. Datos mes de marzo

BASE DE DATOS DE LA EMPRESA INOXITEC S.A.C. DE LA MÁQUINA TRONZADORA Y PLEGADORA				
MARZO	CANTIDAD DE UNIDAD (PIEZAS)		HORAS DE PRODUCCIÓN (min)	
FECHA	PLANIFICADAS	PRODUCIDAS	DISPONIBLE	TIEMPO REAL
DÍA 1	96	96	960	960
DÍA 2	96	96	960	960
DÍA 3	96	96	960	960
DÍA 4	96	96	960	960
DÍA 5	96	91	960	901
DÍA 6	0	0	0	0
DÍA 7	96	96	960	960
DÍA 8	96	91	960	915
DÍA 9	96	96	960	960
DÍA 10	96	93	960	950
DÍA 11	96	96	960	900
DÍA 12	96	96	960	960
DÍA 13	0	0	0	0
DÍA 14	96	94	960	940
DÍA 15	96	96	960	960
DÍA 16	96	95	960	930
DÍA 17	96	96	960	960
DÍA 18	96	91	960	933
DÍA 19	96	92	960	934
DÍA 20	0	0	0	0
DÍA 21	96	96	960	960
DÍA 22	96	91	960	929
DÍA 23	96	96	960	960
DÍA 24	96	93	960	924
DÍA 25	96	96	960	960
DÍA 26	96	96	960	960
DÍA 27	0	0	0	0
DÍA 28	96	96	960	960
DÍA 29	96	96	960	960
DÍA 30	96	96	960	960
DÍA31	96	96	960	960

Fuente: elaboración propia

Tabla 28, presenta los datos de la ficha de registro ya sumados en cantidad de piezas (planificadas y producidas). Asimismo, también se calculó las horas de producción (tiempo disponible y tiempo real), de ambas máquinas correspondientes al mes de marzo, luego de implementar la mejora para asegurar o denegar la hipótesis planteada.

Tabla 31. *Tiempo de parada por mantenimiento no programado de marzo*

TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO			
DÍAS	TIEMPO (min)	DÍAS	TIEMPO (min)
DÍAS 1	98	DIA16	40
DÍAS 2	80	DÍA17	40
DÍAS 3	85	DÍA18	98
DÍAS 4	98	DÍA19	78
DÍAS 5	78	DÍA20	0
DÍAS 6	0	DÍA21	60
DÍAS 7	70	DÍA22	84
DÍAS 8	60	DÍA23	88
DÍAS 9	78	DÍA24	96
DÍAS 10	89	DÍA25	82
DÍAS 11	60	DÍA26	60
DÍAS 12	60	DÍA27	0
DÍAS 13	0	DÍA28	80
DÍAS 14	70	DÍA29	40
DÍAS 15	40	DÍA30	50
		DÍA 31	60
			1922

Fuente: elaboración propia

Tabla 32. *Tiempo de parada por mantenimiento los domingos de marzo*

TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO LOS DOMINGOS			
DÍAS	TIEMPO (min)	DÍAS	TIEMPO (min)
DÍAS 1		DIA16	
DÍAS 2		DÍA17	
DÍAS 3		DÍA18	
DÍAS 4		DÍA19	
DÍAS 5		DÍA20	450
DÍAS 6	450	DÍA21	
DÍAS 7		DÍA22	
DÍAS 8		DÍA23	
DÍAS 9		DÍA24	
DÍAS 10		DÍA25	
DÍAS 11		DÍA26	
DÍAS 12		DÍA27	450
DÍAS 13	450	DÍA28	
DÍAS 14		DÍA29	
DÍAS 15		DÍA30	
		DÍA 31	
			1800

Fuente: elaboración propia

Esencialmente, el tiempo de parada por mantenimiento se desarrolla cada domingo durante un tiempo de 1800 minutos, han disminuido considerablemente, ya que no hay muchas fallas de las máquinas, y las paradas por mantenimiento no programados también han disminuido, ya que no hay defectos ni deterioro de larga duración.

Tabla 33. “Eficiencia” Post – Test

MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MÁQUINA TRONZADORA Y PLEGADORA			
MARZO	INOXITEC S.AC.		
FECHA	TIEMPO DISPONIBLE (min)	TIEMPO REAL(min)	EFICIENCIA
DÍA 1	960	960	100.00%
DÍA 2	960	960	100.00%
DÍA 3	960	960	100.00%
DÍA 4	960	960	100.00%
DÍA 5	960	901	93.85%
DÍA 6	960	960	100.00%
DÍA 7	960	915	95.31%
DÍA 8	960	960	100.00%
DÍA 9	960	950	98.96%
DÍA 10	960	900	93.75%
DÍA 11	960	960	100.00%
DÍA 12	960	940	97.92%
DÍA 13	960	960	100.00%
DÍA 14	960	930	96.88%
DÍA 15	960	960	100.00%
DÍA 16	960	933	97.19%
DÍA 17	960	934	97.29%
DÍA 18	960	960	100.00%
DÍA 19	960	929	96.77%
DÍA 20	960	960	100.00%
DÍA 21	960	924	96.25%
DÍA 22	960	960	100.00%
DÍA 23	960	960	100.00%
DÍA 24	960	960	100.00%
DÍA 25	960	960	100.00%
DÍA 26	960	960	100.00%
DÍA 27	960	960	100.00%
TOTAL	25920	25576	98.67%

Fuente: elaboración propia

Eficiencia, el primer indicador presenta los resultados del post-Test después de la implementación del mantenimiento preventivo, obteniendo como resultado final el 98.67%.



Figura 34. Gráfico de tendencia – Eficiencia después

Figura 34, presenta la tendencia de la eficiencia de los días laborables después de implementarse el mantenimiento preventivo, que empezó día 1 y terminó día 27, obteniendo como resultado final un promedio de 98.67%.

Operación de la eficiencia del Post- Test del mes de marzo

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real de producción}(\text{min})}{\text{Tiempo disponible de producción}(\text{min})} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 25576 / 25920 \times 100\% = 98.67\%$$

Eficacia, el segundo indicador será medido para un periodo de 27 días de trabajo laborable en las máquinas de producción, después de ser implementado el mantenimiento preventivo, obteniendo como resultado final un promedio de 98.65 %.

Tabla 34. “Eficacia” Post –Test

MEDICIÓN DE LA EFICACIA DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MÁQUINA TRONZADORA Y PLEGADORA			
MARZO	INOXITEC S.AC.		
FECHA	PIEZAS PLANIFICADAS	PIEZAS PRODUCIDAS	EFICACIA
DÍA 1	96	96	100.00%
DÍA 2	96	96	100.00%
DÍA 3	96	96	100.00%
DÍA 4	96	96	100.00%
DÍA 5	96	91	94.79%
DÍA 6	96	96	100.00%
DÍA 7	96	91	94.79%
DÍA 8	96	96	100.00%
DÍA 9	96	93	96.88%
DÍA 10	96	96	100.00%
DÍA 11	96	96	100.00%
DÍA 12	96	94	97.92%
DÍA 13	96	96	100.00%
DÍA 14	96	95	98.96%
DÍA 15	96	96	100.00%
DÍA 16	96	91	94.79%
DÍA 17	96	92	95.83%
DÍA 18	96	96	100.00%
DÍA 19	96	91	94.79%
DÍA 20	96	96	100.00%
DÍA 21	96	93	96.88%
DÍA 22	96	96	100.00%
DÍA 23	96	96	100.00%
DÍA 24	96	96	100.00%
DÍA 25	96	94	97.92%
DÍA 26	96	96	100.00%
DÍA 27	96	96	100.00%
TOTAL	2592	2557	98.65%

Fuente: elaboración propia

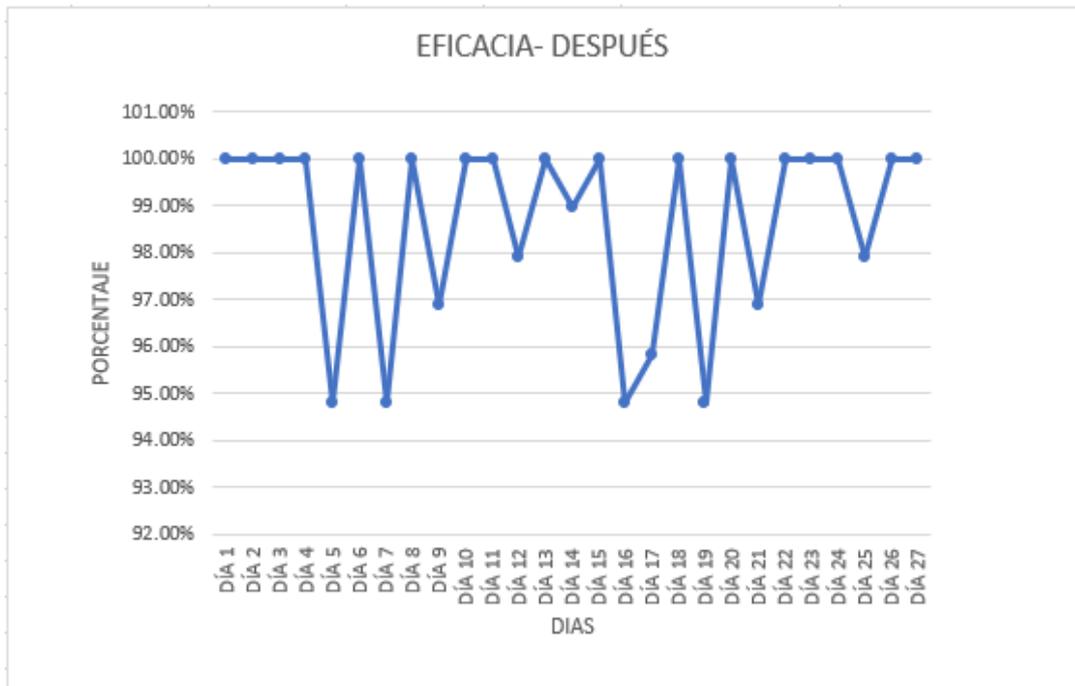


Figura 35. Gráfico de tendencia – Eficacia después

Figura 35. Presenta la tendencia de la eficacia, de los días laborables después de ser implementado el mantenimiento preventivo que empezó el día 1 y termino día 27, obteniendo como resultado final un promedio de 98.65%.

Operación de la eficiencia del post- Test del mes de marzo

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planificadas}} \times 100\%$$

$$\text{Eficacia} = 2557 / 2592 \times 100\% = 98.65\%$$

La productividad será medida por el resultado de la eficiencia, por la eficacia durante un tiempo de 27 días laborables. Después de ser implementado el mantenimiento preventivo.

Tabla 35. “Productividad” Post –Test

PRODUCTIVIDAD DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
DÍA	EFICACIA	EFICIENCIA	PRODUCTIVIDAD
DÍA 1	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 2	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 3	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 4	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 5	94.79%	93.85%	88.97%
DÍA 6	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 7	94.79%	95.31%	90.35%
DÍA 8	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 9	96.88%	98.96%	95.87%
DÍA 10	100.00%	93.75%	93.75%
DÍA 11	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 12	97.92%	97.92%	95.88%
DÍA 13	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 14	98.96%	96.88%	95.87%
DÍA 15	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 16	94.79%	97.19%	92.13%
DÍA 17	95.83%	97.29%	93.24%
DÍA 18	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 19	94.79%	96.77%	91.73%
DÍA 20	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 21	96.88%	96.25%	93.24%
DÍA 22	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 23	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 24	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 25	97.92%	100.00%	97.92%
DÍA 26	100.00%	100.00%	100.00%
DÍA 27	100.00%	100.00%	100.00%
TOTAL	98.65%	98.67%	97.34%

Fuente: elaboración propia



Figura 36. Gráfico de tendencia – Productividad después

Figura 36, presenta la tendencia de la productividad, de los días laborables, la cual empezó el día 1 y termino el día 27, después de implementarse el mantenimiento preventivo, dando como resultado final un promedio de 97,34%.

Operación de la productividad del post- Test del mes de marzo

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

$$\text{Productividad} = 0.9867 \times 0.9865 = 0.9734$$

$$\text{Productividad} = 97.34\%$$

Se efectuó las operaciones de los dos indicadores de la fiabilidad y disponibilidad después de ser implementado el mantenimiento preventivo.

Tabla 36. “Fiabilidad” Post – Test

MEDICIÓN DE LA FIABILIDAD DESPUÉS DE SER IMPLEMENTADO EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MÁQUINAS			
MARZO	INOXITEC S.AC.		
FECHA	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN (min) (TTP)	TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO(min) (TPMNP)	FIABILIDAD
DÍA 1	960	98	89.79%
DÍA 2	960	80	91.67%
DÍA 3	960	85	91.15%
DÍA 4	960	98	89.79%
DÍA 5	960	78	91.88%
DÍA 6	960	70	92.71%
DÍA 7	960	60	93.75%
DÍA 8	960	78	91.88%
DÍA 9	960	89	90.73%
DÍA 10	960	60	93.75%
DÍA 11	960	60	93.75%
DÍA 12	960	70	92.71%
DÍA 13	960	40	95.83%
DÍA 14	960	40	95.83%
DÍA 15	960	40	95.83%
DÍA 16	960	98	89.79%
DÍA 17	960	78	91.88%
DÍA 18	960	60	93.75%
DÍA 19	960	84	91.25%
DÍA 20	960	88	90.83%
DÍA 21	960	96	90.00%
DÍA 22	960	82	91.46%
DÍA 23	960	60	93.75%
DÍA 24	960	80	91.67%
DÍA 25	960	40	95.83%
DÍA 26	960	50	94.79%
DÍA 27	960	60	93.75%
TOTAL	25920	1922	92.58%

Fuente: elaboración propia

Operación de la fiabilidad del post- Test del mes de marzo

$$\text{Fiabilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPMNP}}{\text{TTP}}$$

$$\text{Fiabilidad} = 25920 - 1922 / 25920 = 0.9258$$

$$\text{Fiabilidad} = 92.58\%$$

Tabla 37. “Disponibilidad” Post – Test

MEDICIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DESPUÉS DE SER IMPLEMENTADO EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MÁQUINAS			
MARZO	INOXITEC S.AC.		
FECHA	TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN (min) (TTP)	TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO(min) LOS DOMINGOS (TPM)	DISPONIBILIDAD
DÍA 1	960	0	100.00%
DÍA 2	960	0	100.00%
DÍA 3	960	0	100.00%
DÍA 4	960	0	100.00%
DÍA 5	960	0	100.00%
DÍA 6	960	450	53.13%
DÍA 7	960	0	100.00%
DÍA 8	960	0	100.00%
DÍA 9	960	0	100.00%
DÍA 10	960	0	100.00%
DÍA 11	960	0	100.00%
DÍA 12	960	0	100.00%
DÍA 13	960	450	53.13%
DÍA 14	960	0	100.00%
DÍA 15	960	0	100.00%
DÍA 16	960	0	100.00%
DÍA 17	960	0	100.00%
DÍA 18	960	0	100.00%
DÍA 19	960	0	100.00%
DÍA 20	960	450	53.13%
DÍA 21	960	0	100.00%
DÍA 22	960	0	100.00%
DÍA 23	960	0	100.00%
DÍA 24	960	0	100.00%
DÍA 25	960	0	100.00%
DÍA 26	960	0	100.00%
DÍA 27	960	450	53.13%
TOTAL	25920	1800	93.06%

Fuente: elaboración propia

Operación de la disponibilidad del post- Test del mes de marzo

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TTP} - \text{TPM}}{\text{TTP}}$$

$$\text{Disponibilidad} = 24920 - 1800 / 25920 = 0.93055$$

$$\text{Disponibilidad} = \mathbf{93.06\%}$$

Tabla 36 y 37, presenta la operación de cada uno de los indicadores después de ser implementado el mantenimiento preventivo. Por lo cual, se observa que los mantenimientos rutinarios que se realizan los domingos a las máquinas, han disminuido considerablemente, por lo general también se redujeron las paradas por mantenimiento no programado porque, ya no presentan fallas imprevistas.

Tabla 38. “Indicadores de marzo” Post – Test

MESES	INDICADORES				
	EFICIENCIA	EFICACIA	PRODUCTIVIDAD	FIABILIDAD	DISPONIBILIDAD
MARZO	98,67%	98,65%	97,34%	92,58%	93,06%

Fuente: elaboración propia

Tabla 38, presenta los porcentajes en su totalidad de los indicadores de las variables después de implementarse el mantenimiento preventivo, obteniendo como resultado de un incremento en la productividad del 97.34%.

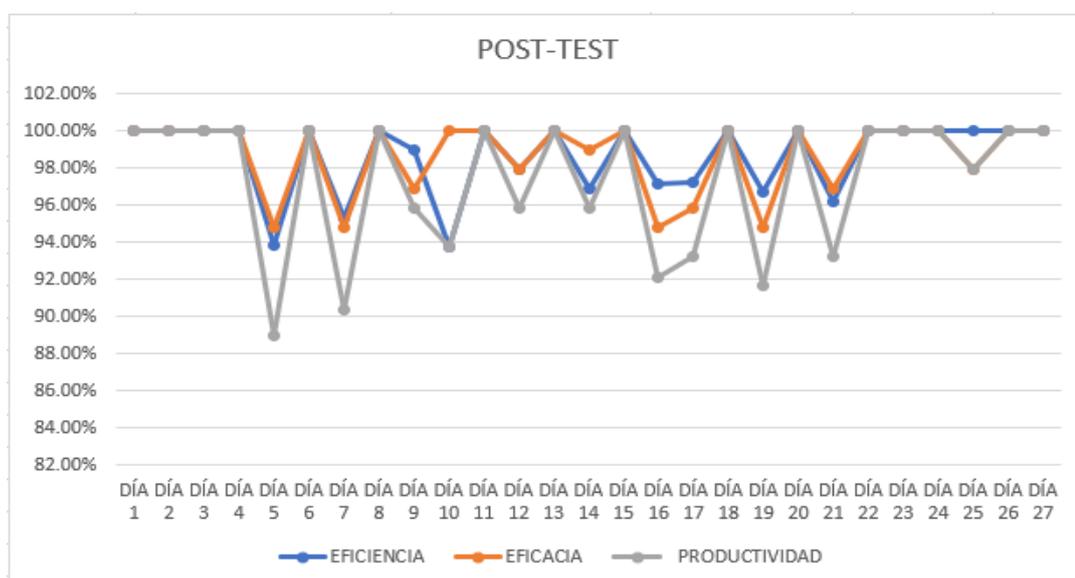


Figura 37. Gráfico post –Test

Finalizada la información del post-Test, se efectuará las comparativas de las siguientes tablas, (pre-Test y post-Test) antes y después de la implementación del mantenimiento preventivo. Inicialmente, empezaremos con las dimensiones y terminaremos con la variable, lo que nos permitirá ver si el uso de nuestra herramienta beneficia a la empresa INOXITEC S.A.C.

Tabla 39. Comparativa entre antes y después – Eficiencia

UNIDADES	EFICIENCIA			
	PRE-TEST	%	POST-TEST	%
DÍA 1	0.8938	89.38%	0.9875	98.75%
DÍA 2	0.8417	84.17%	0.9354	93.54%
DÍA 3	0.9042	90.42%	0.9979	99.79%
DÍA 4	0.8229	82.29%	0.9167	91.67%
DÍA 5	0.9563	95.63%	1.0000	100.00%
DÍA 6	0.9729	97.29%	1.0000	100.00%
DÍA 7	0.9063	90.63%	1.0000	100.00%
DÍA 8	0.9229	92.29%	1.0000	100.00%
DÍA 9	0.7438	74.38%	0.8375	83.75%
DÍA 10	0.9833	98.33%	1.0000	100.00%
DÍA 11	0.8708	87.08%	0.9646	96.46%
DÍA 12	0.9854	98.54%	1.0000	100.00%
DÍA 13	0.9833	98.33%	1.0000	100.00%
DÍA 14	0.9771	97.71%	1.0000	100.00%
DÍA 15	0.8792	87.92%	0.9729	97.29%
DÍA 16	0.8646	86.46%	0.9583	95.83%
DÍA 17	0.9208	92.08%	1.0000	100.00%
DÍA 18	0.9458	94.58%	1.0000	100.00%
DÍA 19	0.9385	93.85%	1.0000	100.00%
DÍA 20	0.9458	94.58%	1.0000	100.00%
DÍA 21	0.9271	92.71%	1.0000	100.00%
DÍA 22	0.9063	90.63%	1.0000	100.00%
DÍA 23	0.8917	89.17%	0.9854	98.54%
DÍA 24	0.9833	98.33%	1.0000	100.00%
DÍA 25	0.9250	92.50%	1.0000	100.00%
DÍA 26	0.8958	89.58%	0.9896	98.96%

Fuente: elaboración propia

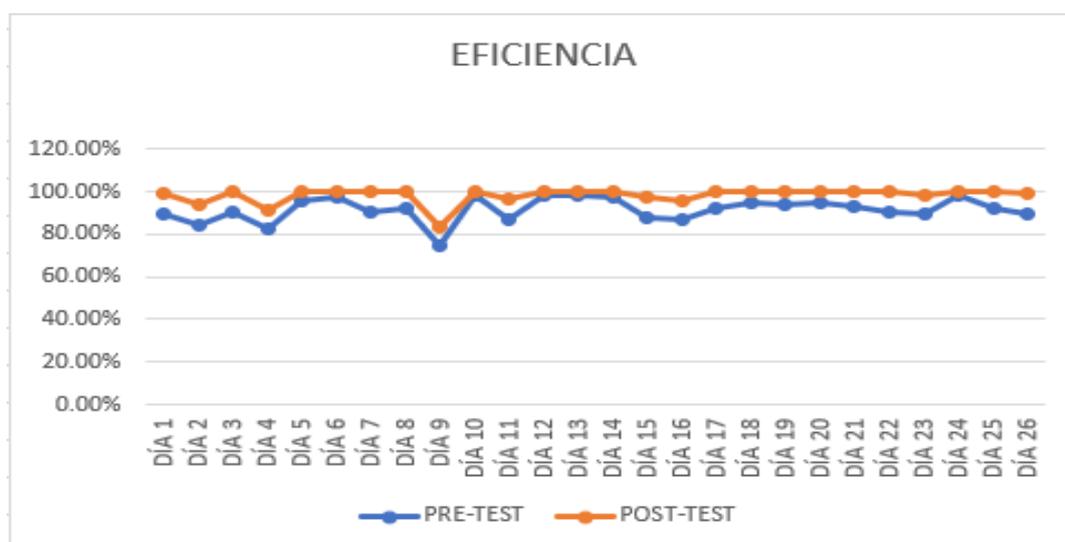


Figura 38. Tendencia pre –Test y post –Test – Eficiencia

Tabla 40. Comparativa entre antes y después – Eficacia

UNIDADES	EFICACIA			
	PRE-TEST	%	POST-TEST	%
DÍA 1	0.8900	89.00%	0.9600	96.00%
DÍA 2	0.9250	92.50%	0.9950	99.50%
DÍA 3	0.9050	90.50%	1.0000	100.00%
DÍA 4	0.8500	85.00%	0.9200	92.00%
DÍA 5	0.9300	93.00%	1.0000	100.00%
DÍA 6	0.9350	93.50%	1.0000	100.00%
DÍA 7	0.8950	89.50%	0.9650	96.50%
DÍA 8	0.9350	93.50%	1.0000	100.00%
DÍA 9	0.8000	80.00%	0.8700	87.00%
DÍA 10	0.9100	91.00%	1.0000	100.00%
DÍA 11	0.8500	85.00%	0.9200	92.00%
DÍA 12	0.9150	91.50%	1.0000	100.00%
DÍA 13	0.9000	90.00%	1.0000	100.00%
DÍA 14	0.8850	88.50%	1.0000	100.00%
DÍA 15	0.9350	93.50%	1.0000	100.00%
DÍA 16	0.9000	90.00%	0.9700	97.00%
DÍA 17	0.8950	89.50%	0.9650	96.50%
DÍA 18	0.9250	92.50%	0.9950	99.50%
DÍA 19	0.8850	88.50%	1.0000	100.00%
DÍA 20	0.9000	90.00%	1.0000	100.00%
DÍA 21	0.9100	91.00%	0.9800	98.00%
DÍA 22	0.9300	93.00%	1.0000	100.00%
DÍA 23	0.9250	92.50%	0.9950	99.50%
DÍA 24	0.8800	88.00%	1.0000	100.00%
DÍA 25	0.9250	92.50%	0.9950	99.50%
DÍA 26	0.9150	91.50%	0.9850	98.50%

Fuente: elaboración propia

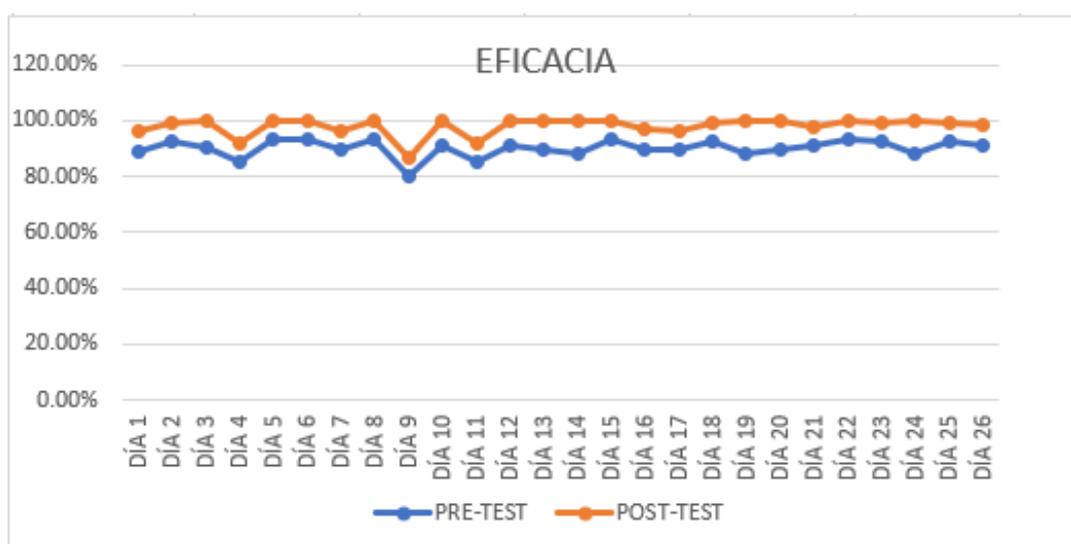


Figura 39. Tendencia pre –Test y post –Test – Eficacia

En la tendencia posterior se observa la comparativa de la información de los datos de Pre-Test y Post-Test posterior a la prueba, donde en la mayoría de los días hubo un incremento; luego de ser implementado el mantenimiento preventivo se redujeron las paradas improvisadas o atrasos en la productividad, incrementando el periodo positivo de la productividad.

Tabla 41. Comparativa entre antes y después – Productividad

UNIDADES	PRODUCTIVIDAD			
	PRE-TEST	%	POST-TEST	%
DÍA 1	0.7954	79.54%	0.9480	94.80%
DÍA 2	0.7785	77.85%	0.9307	93.07%
DÍA 3	0.8183	81.83%	0.9979	99.79%
DÍA 4	0.6995	69.95%	0.8433	84.33%
DÍA 5	0.8893	88.93%	1.0000	100.00%
DÍA 6	0.9097	90.97%	1.0000	100.00%
DÍA 7	0.8111	81.11%	0.9650	96.50%
DÍA 8	0.8629	86.29%	1.0000	100.00%
DÍA 9	0.5950	59.50%	0.7286	72.86%
DÍA 10	0.8948	89.48%	1.0000	100.00%
DÍA 11	0.7402	74.02%	0.8874	88.74%
DÍA 12	0.9017	90.17%	1.0000	100.00%
DÍA 13	0.8850	88.50%	1.0000	100.00%
DÍA 14	0.8647	86.47%	1.0000	100.00%
DÍA 15	0.8220	82.20%	0.9729	97.29%
DÍA 16	0.7781	77.81%	0.9296	92.96%
DÍA 17	0.8241	82.41%	0.9650	96.50%
DÍA 18	0.8749	87.49%	0.9950	99.50%
DÍA 19	0.8306	83.06%	1.0000	100.00%
DÍA 20	0.8513	85.13%	1.0000	100.00%
DÍA 21	0.8436	84.36%	0.9800	98.00%
DÍA 22	0.8428	84.28%	1.0000	100.00%
DÍA 23	0.8248	82.48%	0.9805	98.05%
DÍA 24	0.8653	86.53%	1.0000	100.00%
DÍA 25	0.8556	85.56%	0.9950	99.50%
DÍA 26	0.8197	81.97%	0.9747	97.47%

Fuente: elaboración propia

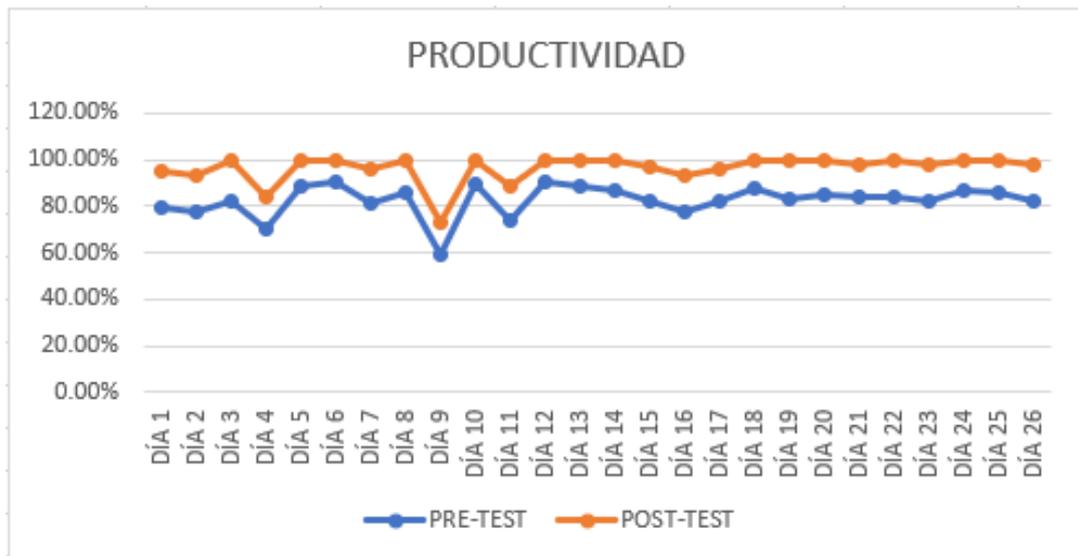


Figura 40. Tendencia pre –Test y post –Test – Productividad

La figura 40. Presenta el aumento diario de la producción; después de ser implementado el mantenimiento preventivo, los recursos utilizados (tiempo) disminuyeron y los productos terminados (piezas metálicas en acero inoxidable) aumentaron. En este sentido, la productividad en varios de los días alcanzó el 100%, lo que supone una buena administración de los recursos empleados; de tal manera que la producción del Post-Test hay un incremento considerable sobre Pre-Test esto debido a lo que se ejecutó la planeación y control y la preparación y capacitación del personal acerca del mantenimiento preventivo.

4.3. Estadística Descriptiva

En este estudio se ha aplicado el mantenimiento preventivo para aumentar la productividad en la empresa, empleando los indicadores de la variable eficiencia y eficacia, lo cual al principio se realizó un análisis inicial del pre-Test, desarrollando los resultados presentes de los dos indicadores, después de implementar el mantenimiento preventivo se analizó un nuevo análisis de investigación del post-Test analizando la medida de los índices de eficiencia y eficacia.

4.3.1 Análisis descriptivo de la variable Independiente:

Mantenimiento Preventivo: Fiabilidad

Tabla 42. “Fiabilidad” Estadístico Descriptivo

Estadísticos descriptivos							
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
Pre_Test_Fiabilidad	26	6,25	82,29	88,54	85,5773	1,87108	3,501
Post_Test_Fiabilidad	27	6,04	89,79	95,83	92,5852	1,96183	3,849
N válido (por lista)	26						

Fuente: elaboración propia

Tabla 42. Este indicador de la fiabilidad a lo largo del pre-Test obtuvo una valorización media de 85,5773% entre tanto después de ser implementado el mantenimiento preventivo en el post-Test consiguió una valoración media de 92,5852% haciendo una diferencia importante y alcanzando una mejoría, con respecto al valor mínimo a lo largo del pre-Test y en el post-Test hubo una diferencia considerable, de 7.01% además en la valoración máxima obtuvo en el pre-Test 88.54% y después de ser implementado el mantenimiento preventivo en el post-Test consiguió una valorización de 95,83% como se puede ver alcanzo una mejoría importante en la fiabilidad. En la dispersión del indicador de la fiabilidad a lo largo del pre-Test consiguió una valoración de varianza de 3,501% y después de ser implementado el mantenimiento preventivo consiguió una valoración de varianza de 3,849%.

Tabla 43. “Fiabilidad” Pre – Test y Post – Test

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
	PRE-TEST	POST-TEST
FIABILIDAD	85.57%	92.58%

Fuente: elaboración propia

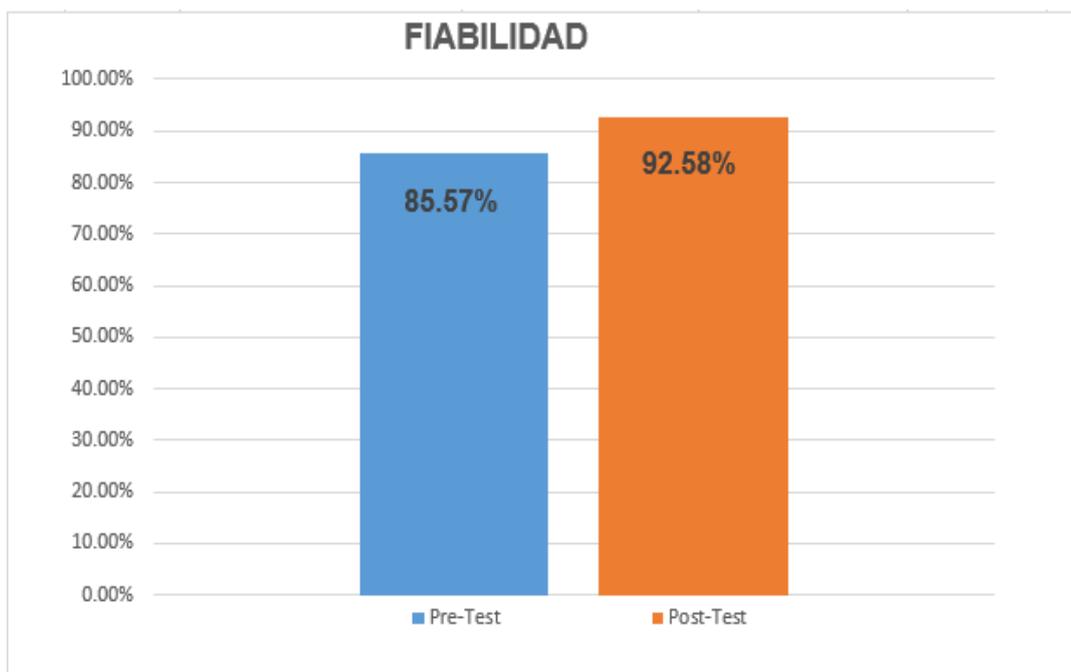


Figura 41. Gráfico de fiabilidad pre –Test y post –Test

Figura 41, presenta el gráfico que hay un aumento entre el pre-Test y post-Test con relación a la fiabilidad en un 7.01%, siendo ahora favorable para la empresa INOXITEC S.A.C.

Mantenimiento Preventivo: Disponibilidad

Tabla 44. “Disponibilidad” Estadístico Descriptivo

Estadísticos descriptivos							
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
Pre_Test_Disponibilidad	26	83,33	16,67	100,00	87,1800	30,66098	940,096
Post_Test_Disponibilidad	27	46,87	53,13	100,00	93,0563	16,96760	287,899
N válido (por lista)	26						

Fuente: elaboración propia

Tabla 44. Este indicador de la disponibilidad a lo largo del pre-Test obtuvo una valorización media de 87,1800% entre tanto después de ser implementado el mantenimiento preventivo en el post-Test consiguió una

valoración media de 93,0563% haciendo una diferencia fundamental y alcanzando una mejoría, con respecto al valor mínimo a lo largo del pre-Test y en el post-Test hubo una diferencia considerable, de 36,46% además en la valoración máxima obtuvo en el pre-Test y el post-Test una valoración 100.00% como se puede ver hubo una igualdad importante en la disponibilidad. En la dispersión del indicador de la disponibilidad a lo largo del pre-Test consiguió una valoración de varianza de 940,096% y después de ser implementado el mantenimiento preventivo consiguió una valoración de varianza de 287,899%.

Tabla 45. “Disponibilidad” Pre –Test y Post –Test

MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
	PRE-TEST	POST-TEST
DISPONIBILIDAD	87.18%	93.05%

Fuente: elaboración propia

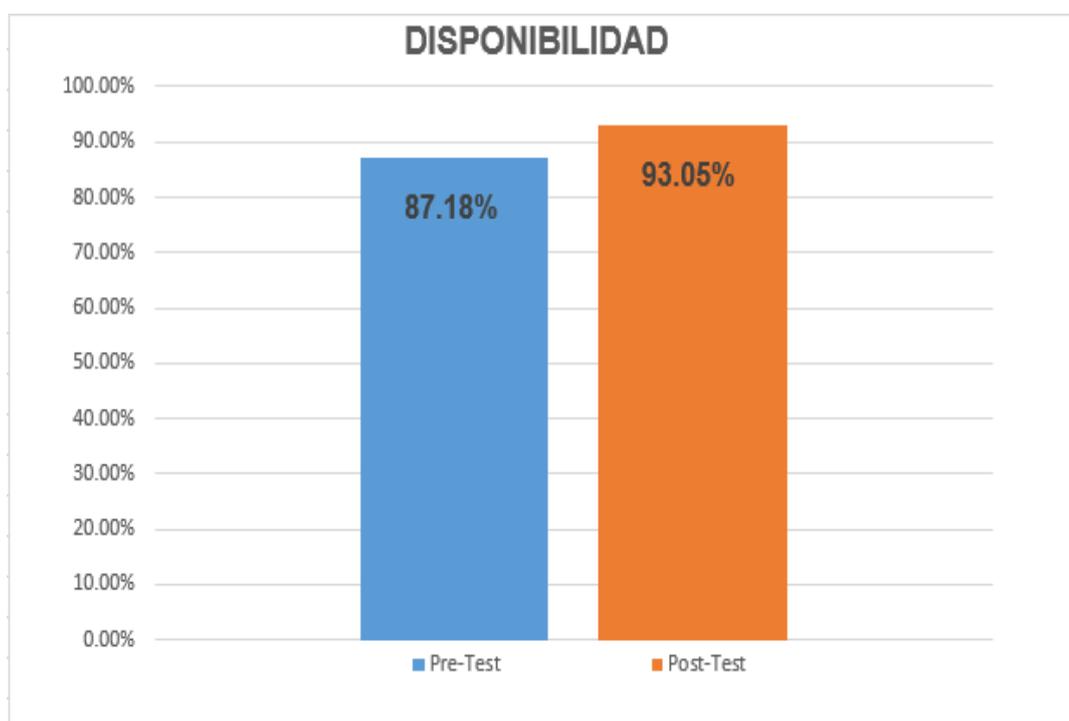


Figura 42. Gráfico de disponibilidad pre –Test y post –Test

Figura 42, presenta el gráfico que hay un aumento entre el pre-Test y post-Test con relación a la disponibilidad en un 5.87%, siendo ahora favorable para la empresa INOXITEC S.A.C.

4.3.2 Análisis descriptivo de la variable dependiente: Productividad

En la siguiente tabla se muestra los resultados del análisis descriptivo de la productividad.

Tabla 46. “Productividad” Estadístico descriptivo

Estadísticos descriptivos							
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
Pre_Test_Productividad	26	18,38	70,58	88,96	78,4081	4,46141	19,904
Post_Test_Productividad	26	11,03	88,97	100,00	97,2673	3,67057	13,473
N válido (por lista)	26						

Fuente: elaboración propia

Tabla 40. Este indicador de la productividad a lo largo del pre-Test obtuvo una valorización media de 78.4081% entre tanto después de ser implementado el mantenimiento preventivo en el post-Test consiguió una valorización media de 97.2673% haciendo una diferencia importante y alcanzando una mejoría, con respecto al valor mínimo a lo largo del pre-Test y en el post-Test hubo una diferencia considerable, de 26.67% además en la valorización máxima obtuvo en el pre-Test 88.96% y después de ser implementado el mantenimiento preventivo en el post-Test consiguió una valorización de 100,00% como se puede ver alcanzo una mejoría importante en la productividad. En la dispersión del indicador de la productividad a lo largo del pre-Test consiguió una valoración de varianza de 19.904% y después de ser implementado el mantenimiento preventivo consiguió una valoración de varianza de 13.473%.

Tabla 47. “Productividad” Pre – Test y Post –Test

	PRE-TEST	POST-TEST
PRODUCTIVIDAD	78.40%	97.26%

Fuente: elaboración propia

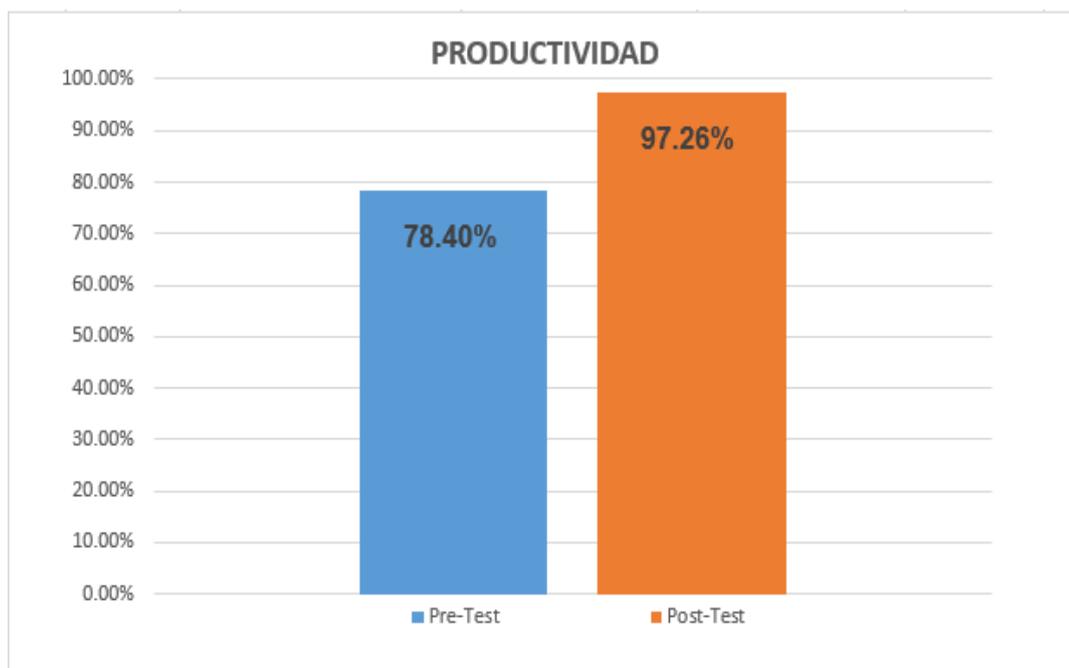


Figura 43. Gráfico de productividad pre –Test y post –Test

Figura 43, se visualiza el gráfico de la media del indicador de la productividad, que hay un incremento valioso del 18.96% a lo largo del pre-Test ante el post-Test obteniendo como resultado una mejoría después de la implementación del mantenimiento preventivo.

4.3.3 Dimensión 1: Eficiencia

En la siguiente tabla se observa los resultados del análisis descriptivo de la eficiencia.

Tabla 48. “Eficiencia” Estadístico descriptivo

Estadísticos descriptivos							
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
Pre_Test_Eficiencia	26	17,40	82,60	100,00	88,9946	3,32966	11,087
Post_Test_Eficiencia	27	6,25	93,75	100,00	98,6730	2,02115	4,085
N válido (por lista)	26						

Fuente: elaboración propia

Tabla 41. Este indicador de la eficiencia a lo largo del pre-Test obtuvo una valorización media de 88.9946% entre tanto después de ser implementado el mantenimiento preventivo en el post-Test consiguió una valoración media de 98.6730% haciendo una diferencia fundamental y alcanzando una mejoría, con respecto al valor mínimo a lo largo del pre-Test y en el post-Test hubo una diferencia considerable, de 11.15% además en la valoración máxima obtuvo en el pre-Test y el post- Test una valoración 100.00% como se puede ver hubo una igualdad importante en la eficiencia. En la dispersión del indicador de la eficiencia a lo largo del pre-Test consiguió una valoración de varianza de 11.087% y después de ser implementado el mantenimiento preventivo consiguió una valoración de varianza de 4.085%.

Tabla 49. “Eficiencia” Pre –Test y Post –Test

	PRE-TEST	POST-TEST
EFICIENCIA	88.99%	98.67%

Fuente: elaboración propia

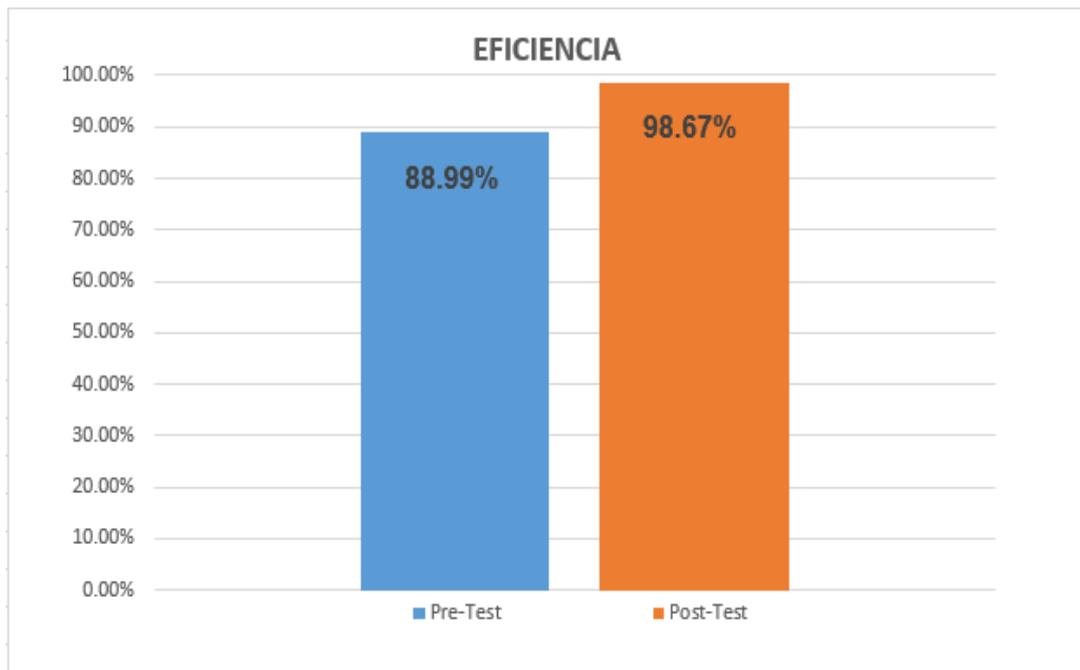


Figura 44. Gráfico de eficiencia pre –Test y post –Test

La figura 44, se visualiza el gráfico de la media del indicador de la eficiencia, que hay un incremento valioso del 9.68 % a lo largo del pre-Test ante el post-Test obteniendo como resultado una mejoría después de ser implementado el mantenimiento preventivo.

4.3.4 Dimensión 2: Eficacia

En la subsiguiente tabla se muestra los resultados del análisis descriptivo de la eficacia.

Tabla 50. “Eficacia” Estadístico descriptivo

Estadísticos descriptivos							
	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
Pre_Test_Eficacia	26	16,67	83,33	100,00	88,1423	4,66829	21,793
Post_Test_Eficacia	26	5,21	94,79	100,00	98,5981	2,04028	4,163
N válido (por lista)	26						

Fuente: elaboración propia

Tabla 44. Este indicador de la eficacia a lo largo del pre-Test obtuvo una valorización media de 88.1423% entre tanto después de ser implementado el mantenimiento preventivo en el post-Test consiguió una valoración media de 98.5981% haciendo una diferencia fundamental y alcanzando una mejoría, con respecto al valor mínimo a lo largo del pre-Test y en el post-Test hubo una diferencia valiosa, de 11.46 % además en la valoración máxima obtuvo en el pre-Test y el post- Tes una valoración 100.00% como se puede ver hubo una igualdad importante en la eficacia. En la dispersión del indicador de la eficacia a lo largo del pre-Test consiguió una valoración de varianza de 21.793% y después de ser implementado el mantenimiento preventivo consiguió una valoración de varianza de 4.163%.

Tabla 51. “Eficacia” Pre –Test y Post –Test

	PRE-TEST	POST-TEST
EFICACIA	88.14%	98.59%

Fuente: elaboración propia

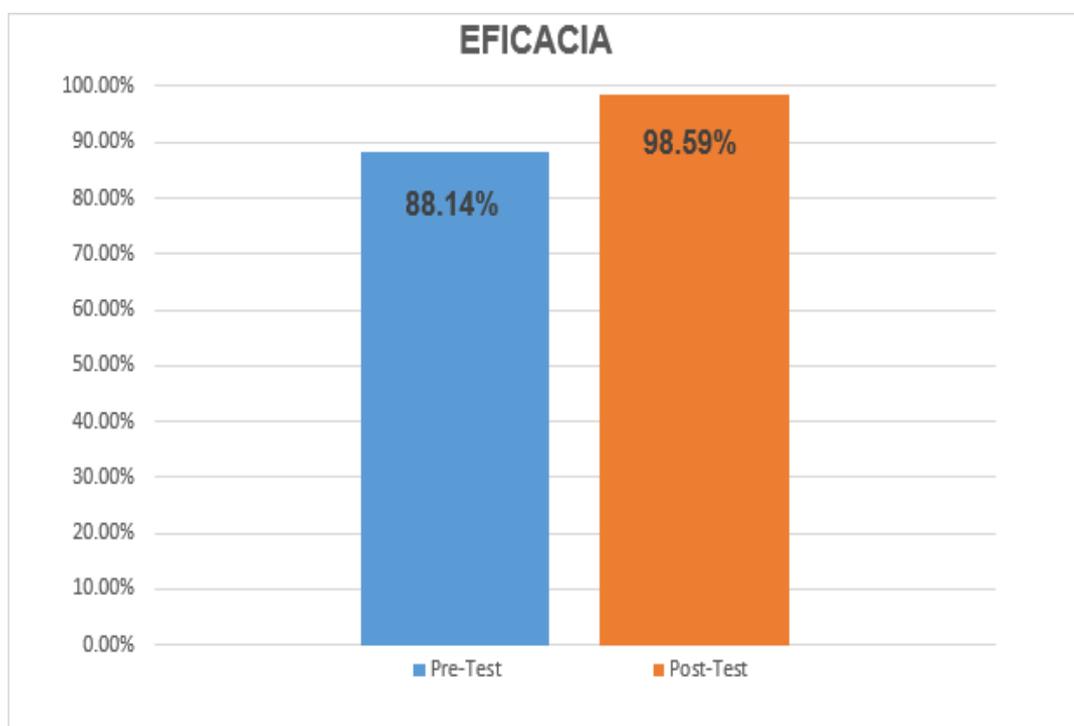


Figura 45. Gráfico de eficacia pre – Test y post – Test

La figura 45, se visualiza el gráfico de la media del indicador de la eficacia, que hay un incremento valioso del 10.46 % a lo largo del pre-Test ante el post-Test obteniendo como resultado una mejoría después de ser implementado el mantenimiento preventivo.

4.4. Estadística Inferencial

Muestra mayor: Datos \geq a 30 se empleará KOLMOGÓROV - SMIRNOV

Muestra menor: Datos $<$ a 30 se empleará SHAPIRO WILK

Prueba de Normalidad

Para llevar a cabo la contratación de la hipótesis general y específica con el fin de conocer el comportamiento de los datos y saber a qué distribución corresponden, se sometió los datos al software estadístico SPSS 25, se ingresó cada uno de los datos con una confiabilidad del 95% con la siguiente condición:

Si:

Sig. $<$ 0.05 Se asume que es una distribución no paramétrica (no normal)

Sig. \geq 0.05 Se asume que es una distribución paramétrica (normal)

Indicador: Productividad

Para elegir las pruebas de hipótesis, los datos fueron sometidos a una evaluación de su distribución y saber a qué distribución pertenece.

Tabla 52. Prueba de normalidad productividad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Test_Productividad	,178	26	,034	,953	26	,267
Post_Test_Productividad	,349	26	,000	,752	26	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

Conforme a los valores que se obtuvieron en el nivel de sig. en el pre-Test alcanzo el valor de 0,034 y en el sig. del post-Test alcanzo el valor de 0,000 de manera que los valores que alcanzaron son menores a 0,05 por tanto, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, de forma que nuestros datos pertenecen a una distribución no paramétrica.

En la figura posterior presenta el modelo del histograma del pre-Test referente a la productividad.

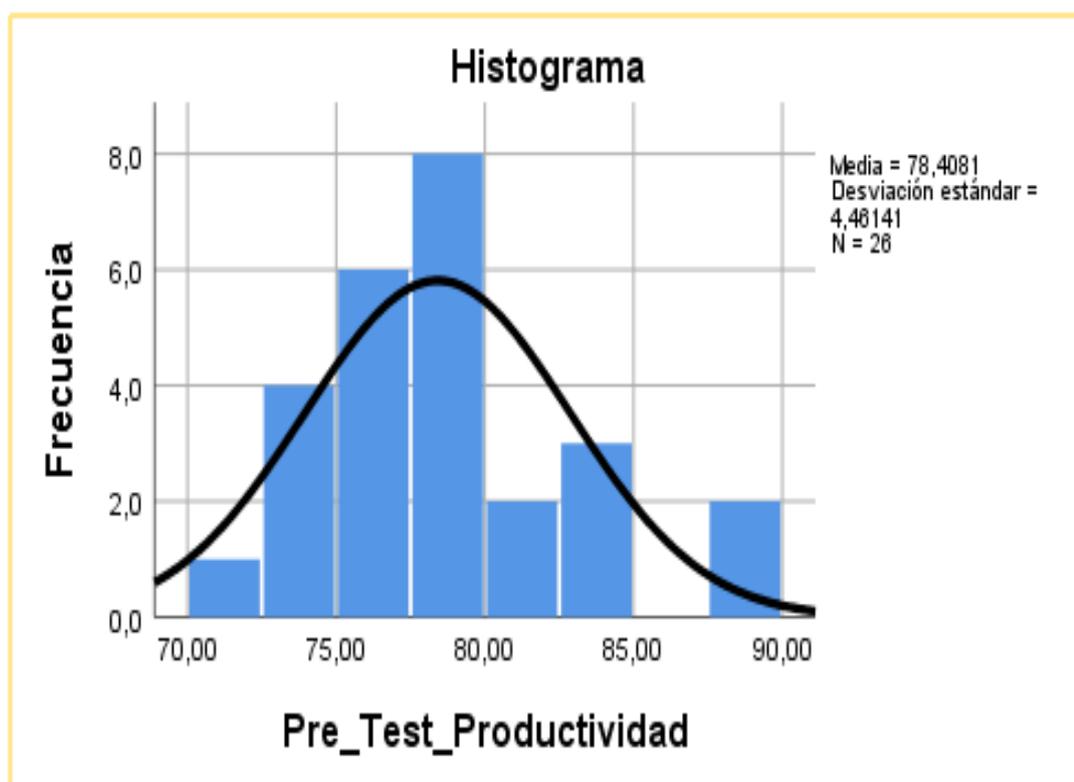


Figura 46. Histograma pre –Test –Productividad

En la figura posterior presenta el modelo del histograma del post-Test referente a la productividad.

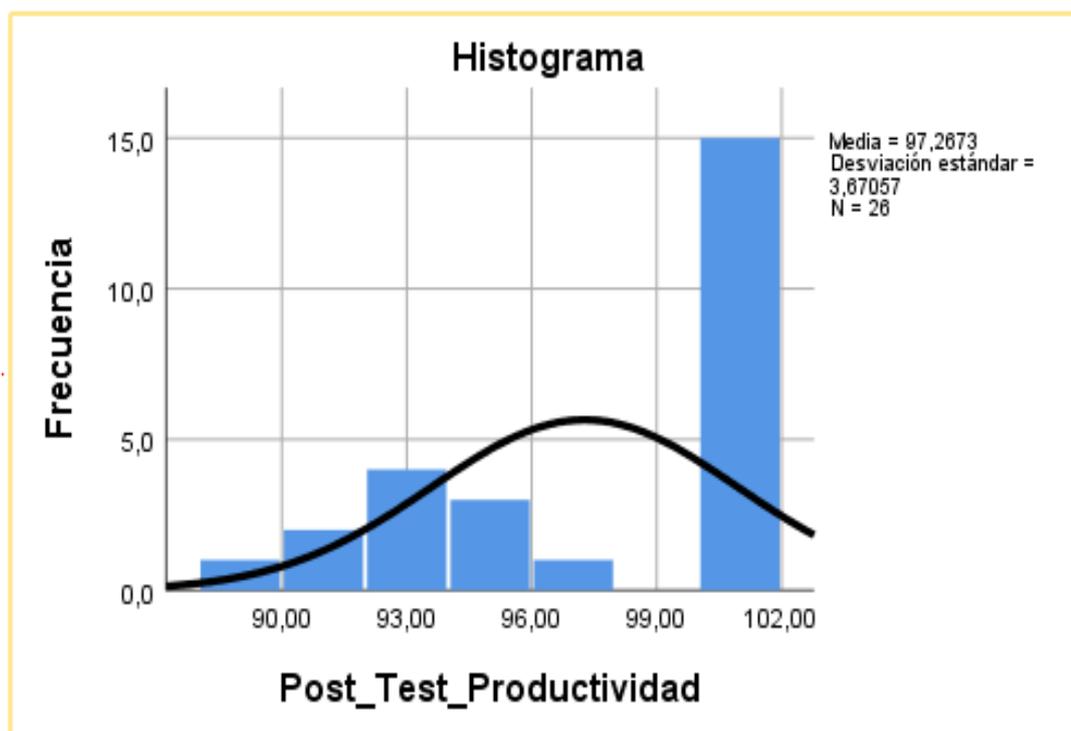


Figura 47. Histograma post –Test – Productividad

Indicador: Eficiencia

Con el fin de elegir la prueba de hipótesis, los datos fueron sometidos a una evaluación de su distribución y saber a qué distribución pertenece.

Tabla 53. Prueba de normalidad eficiencia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Test_Eficiencia	,252	26	,000	,883	26	,007
Post_Test_Eficiencia	,365	26	,000	,713	26	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: elaboración propia

Conforme a los valores que se obtuvieron en el nivel de sig. en el pre-Test alcanzó el valor de 0,000 y en el sig. del post-Test alcanzó el valor de 0,000 de manera que los valores que alcanzaron son menores a 0,05 por tanto, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, de forma que nuestros datos pertenecen a una distribución no paramétrica.

En la figura posterior presenta el modelo del histograma del pre-Test referente a la eficiencia.

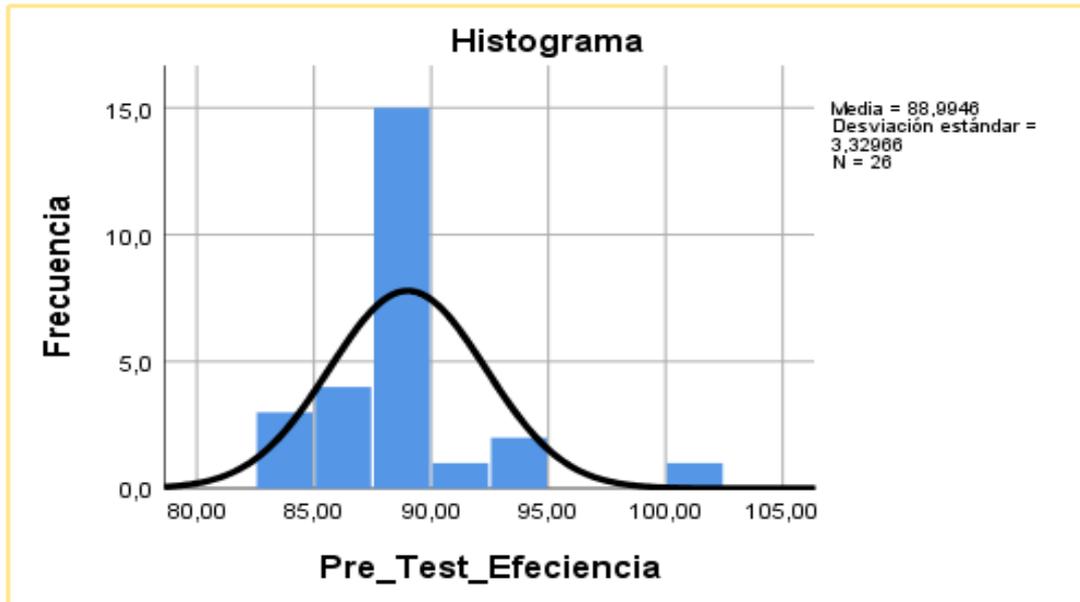


Figura 48. Histograma pre –Test – Eficiencia

En la figura posterior presenta el modelo del histograma del post-Test referente a la eficiencia.

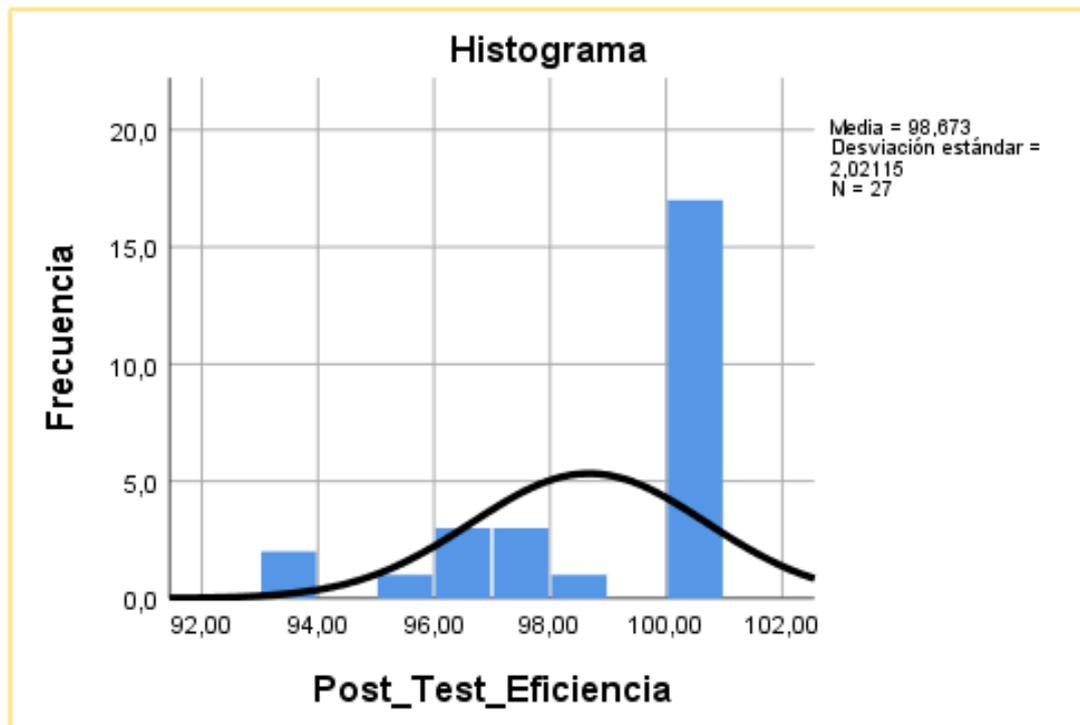


Figura 49. Histograma post –Test – Eficiencia

Indicador: Eficacia

Para elegir las pruebas de hipótesis, los datos fueron sometidos a una evaluación de su distribución y saber a qué distribución pertenece.

Tabla 54. Prueba de normalidad eficacia

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Test_Eficacia	,285	26	,000	,780	26	,000
Post_Test_Eficacia	,369	26	,000	,691	26	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Conforme a los valores que se obtuvieron en el nivel sig. en el pre-Test alcanzo el valor de 0,000 y en la sig. del post-Test alcanzo el valor de 0,000 de manera que los valores que alcanzaron son menores a 0,05 de modo que, aceptamos la hipótesis alterna y rechazamos la hipótesis nula, de forma que nuestros datos pertenecen a una distribución no paramétrica.

En la figura posterior presenta el modelo del histograma del pre-Test referente a la eficacia.

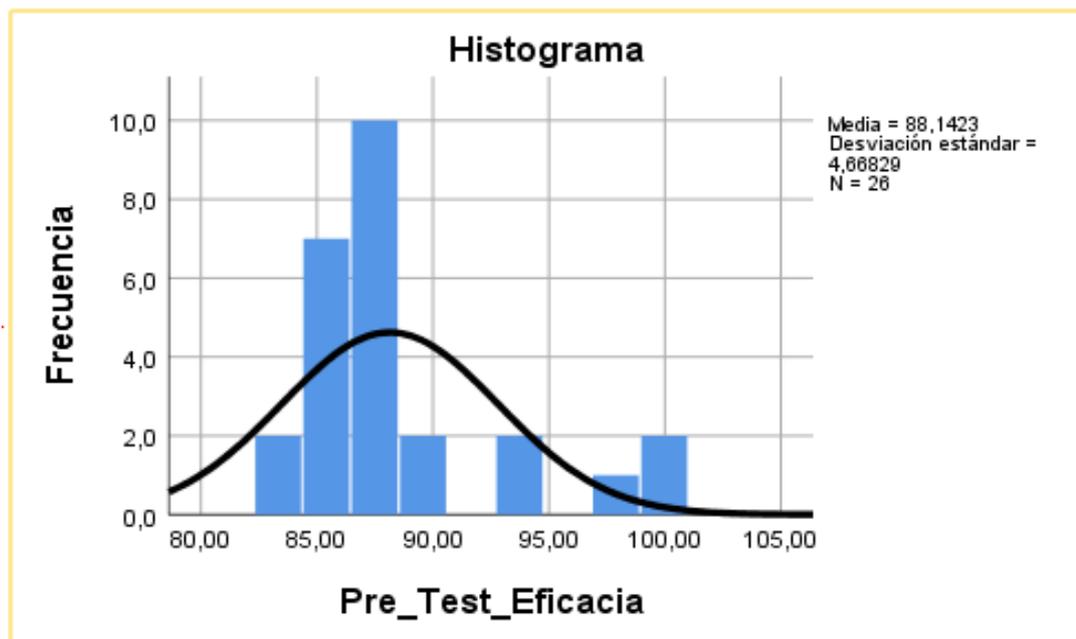


Figura 50. Histograma pre –Test – Eficacia

En la figura posterior presenta el modelo del histograma del post-Test referente a la eficacia.

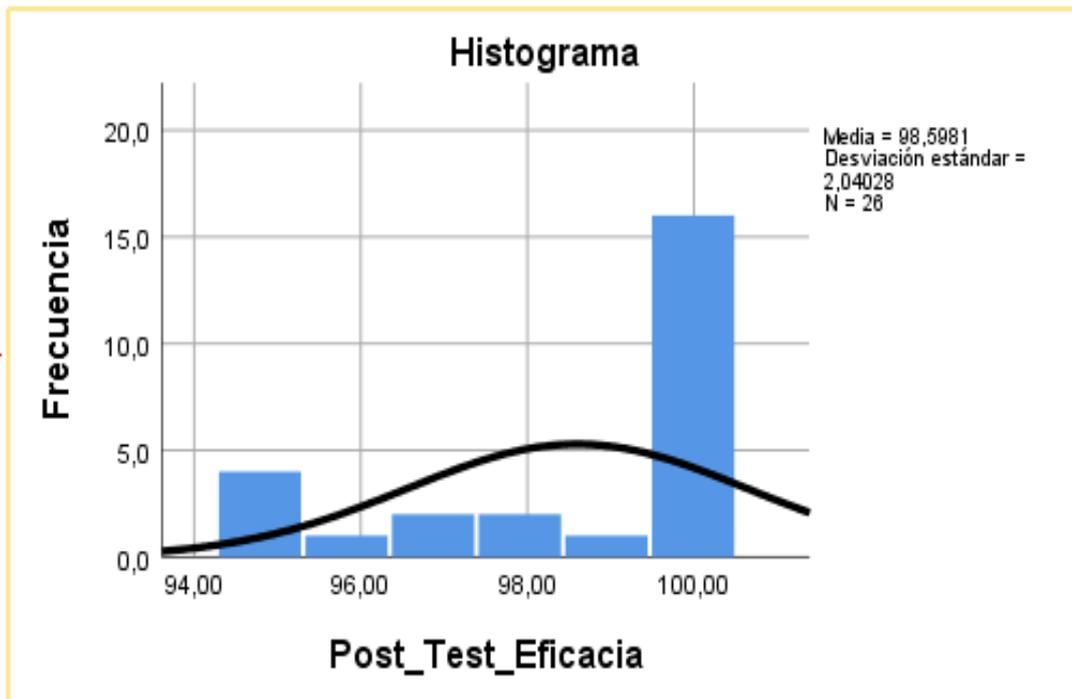


Figura 51. Histograma post –Test – Eficacia

4.5. Prueba de Hipótesis

Hipótesis General: Productividad

Ho: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no aumenta la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021

Ha: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021. Y siendo las Regla de decisión:

Regla de decisión:

Ho: $\mu_{\text{productividad (a)}} > \mu_{\text{productividad (d)}}$

Ha: $\mu_{\text{productividad (a)}} \leq \mu_{\text{productividad (d)}}$

Tabla 55. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon - Productividad

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Pre_Test_Productividad - Post_Test_Productividad	Rangos negativos	26 ^a	13,50	351,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	0 ^c		
	Total	26		

a. Pre_Test_Productividad < Post_Test_Productividad
 b. Pre_Test_Productividad > Post_Test_Productividad
 c. Pre_Test_Productividad = Post_Test_Productividad

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Prueba estadística – Productividad

Estadísticos de prueba ^a	
	Pre_Test_Productividad - Post_Test_Productividad
Z	-4,458 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
 b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: elaboración propia

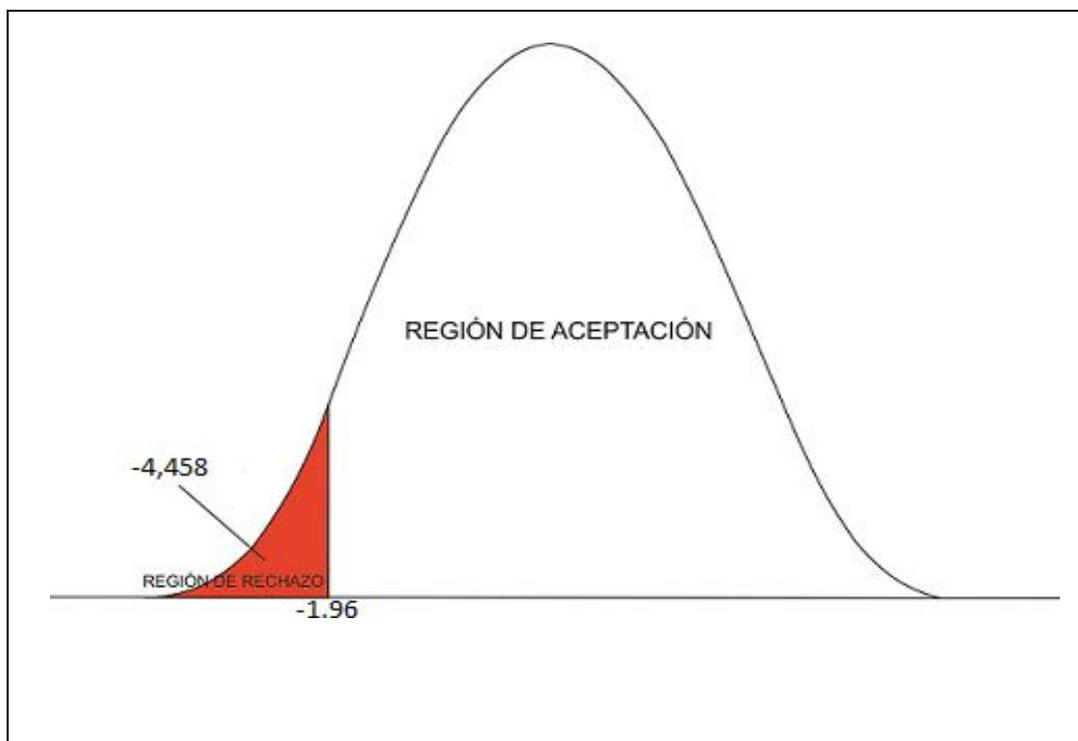


Figura 52. Campana de Gauss – Productividad.

Según la tabla de valores de z con la confiabilidad del 95% la región de rechazo se ubica (z) en -1.96 y 1.96.

El resultado alcanzado en la prueba de Wilcoxon, en Z contraste alcanzo una valoración de -4.458 de forma que es menor al valor de -1.96, asimismo, se observa en la fig. 52, la estimación de Z se ubica en la región de rechazo, de tal forma no se acepta la hipótesis nula, y se afirma la hipótesis alterna con una fijación del 95%, de tal manera, se confirma que después de ser implementado el mantenimiento preventivo aumenta la productividad.

Hipótesis Especifica 1: Eficiencia

Ho: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021

Ha: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021

Regla de decisión:

Ho: $\mu_{\text{eficiencia (a)}} > \mu_{\text{eficiencia (d)}}$

Ha: $\mu_{\text{eficiencia (a)}} \leq \mu_{\text{eficiencia (d)}}$

Tabla 57. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon – Eficiencia

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Pre_Test_Eficiencia - Post_Test_Eficiencia	Rangos negativos	25 ^a	13,98	349,50
	Rangos positivos	1 ^b	1,50	1,50
	Empates	0 ^c		
	Total	26		

a. Pre_Test_Eficiencia < Post_Test_Eficiencia
b. Pre_Test_Eficiencia > Post_Test_Eficiencia
c. Pre_Test_Eficiencia = Post_Test_Eficiencia

Fuente: elaboración propia

Tabla 58. Prueba estadística – Eficiencia

Estadísticos de prueba^a	
	Pre_Test_Eficiencia - Post_Test_Eficiencia
Z	-4,422 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: elaboración propia

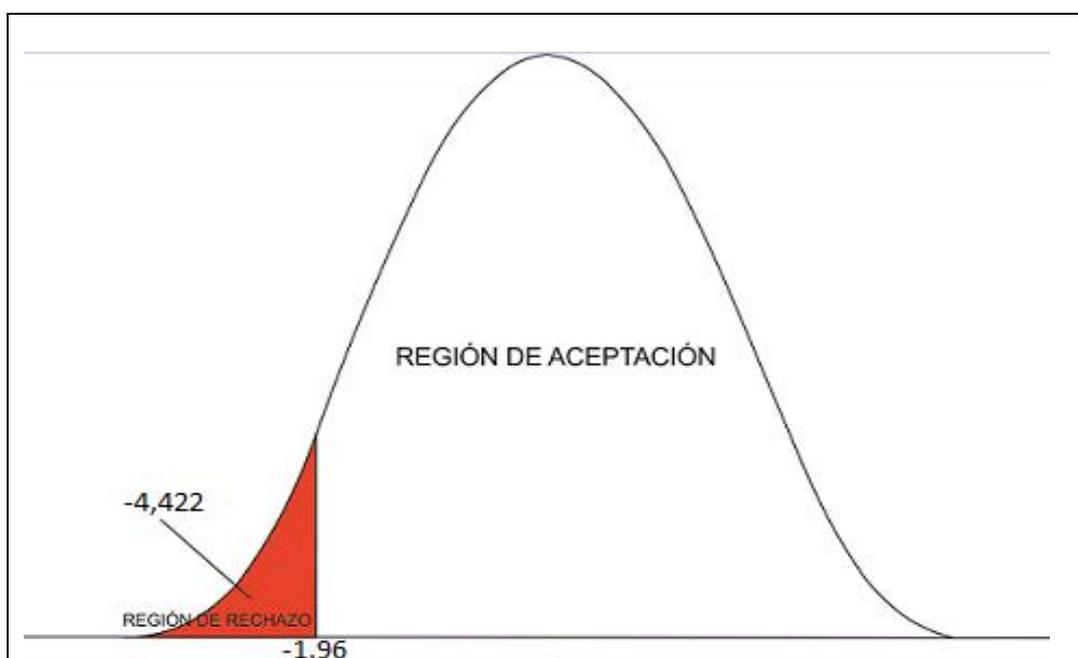


Figura 53. Campana de Gauss – Eficiencia.

Según la tabla de valores de z con la confiabilidad del 95% la región de rechazo se ubica (z) en -1.96 y 1.96.

El resultado alcanzado en la prueba de Wilcoxon, en Z contraste alcanzo una valoración de -4.422 de forma que es menor al valor de -1.96, asimismo, se observa en la fig. 53, la estimación de Z se ubica en la región de rechazo, de tal forma no se acepta la hipótesis nula, y se afirma la hipótesis alterna con una fijación del 95%, de tal manera, se confirma que

después de ser implementado el mantenimiento preventivo aumenta la eficiencia.

Hipótesis Específica 2: Eficacia

Ho: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo no aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021

Ha: La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021

Regla de decisión:

Ho: $\mu_{\text{eficacia}}(a) > \mu_{\text{eficacia}}(d)$

Ha: $\mu_{\text{eficacia}}(a) \leq \mu_{\text{eficacia}}(d)$

Tabla 59. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon – Eficacia

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Pre_Test_Eficacia - Post_Test_Eficacia	Rangos negativos	24 ^a	12,50	300,00
	Rangos positivos	0 ^b	,00	,00
	Empates	2 ^c		
	Total	26		

a. Pre_Test_Eficacia < Post_Test_Eficacia
b. Pre_Test_Eficacia > Post_Test_Eficacia
c. Pre_Test_Eficacia = Post_Test_Eficacia

Fuente: elaboración propia

Tabla 60. Prueba estadística – Eficacia

Estadísticos de prueba ^a	
	Pre_Test_Eficacia - Post_Test_Eficacia
Z	-4,294 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos positivos.

Fuente: elaboración propia

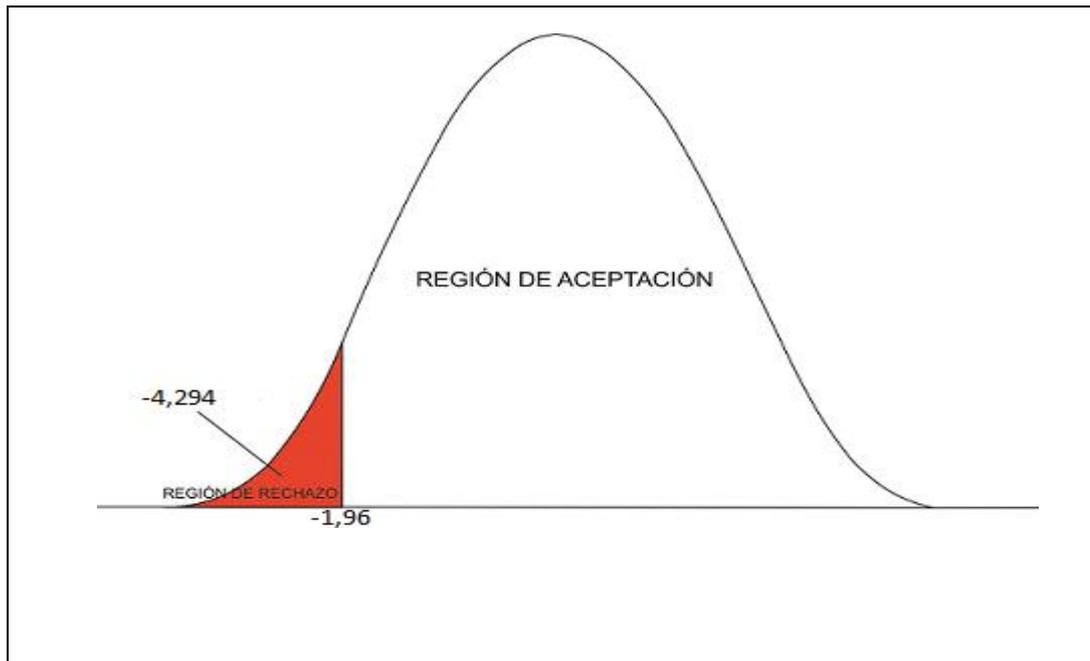


Figura 54. Campana de Gauss – Eficacia

Según la tabla de valores de Z con la confiabilidad del 95% la región de rechazo se ubica (z) en -1.96 y 1.96.

El resultado alcanzado en la prueba de Wilcoxon, en Z contraste alcanzo una valoración de -4,294 de forma que es menor al valor de -1.96, asimismo, se observa en la fig. 54, la estimación de Z se ubica en la región de rechazo, de tal forma no se acepta la hipótesis nula, y se afirma la hipótesis alterna con una fijación del 95%, de tal manera, se confirma que después de ser implementado el mantenimiento preventivo aumenta la eficacia.

V. DISCUSIÓN

En la implementación de la propuesta presentada a la empresa INOXITEC S.A.C., se pudo alcanzar los objetivos que se han planteado. Los resultados luego de establecer el mantenimiento preventivo se logró aumentar los indicadores de productividad, confiabilidad, disponibilidad, eficiencia, eficacia.

Posteriormente a la implementación del Mantenimiento Preventivo, se puede notar que hubo un aumento en la productividad en la empresa INOXITEC SAC. Por lo cual se reafirma lo mencionado por LÓPEZ Edwin, en su trabajo de tesis Aplicación del mantenimiento preventivo en la línea de envasado para la mejora de la productividad en la empresa, Costa gas Arequipa S.A., de que tiene como objetivo de poder mejorar la producción de la empresa por medio de la implementación del mantenimiento de tipo preventivo, aquí el autor da como resultados que la eficiencia presentó un incremento de un 18.25%, luego en la eficacia un aumento del 16.52%; por otra parte, el autor sostiene que luego de la aplicación del mantenimiento preventivo en un lapso de tiempo en una organización la productividad tiende a tener un incremento, lo cual respalda la propuesta presentada a la organización para mejorar el indicador de la productividad. Los resultados de la investigación actual en la productividad poseen una similitud, tuvo un aumento de un 18.86%, además la productividad aumenta favorablemente mediante la realización del mantenimiento preventivo en máquinas de trabajo continuo, esta implementación de mantenimiento preventivo tiene como beneficio la disminución de tiempos muertos y a su vez una mayor disponibilidad de las máquinas.

En el actual informe de investigación se logra entender que la implementación del mantenimiento preventivo en la empresa INOXITEC S.A.C., logra aumentar el indicador eficiencia, puesto que en un inicio se tenía como resultado en ese indicador de un 89.99% y posteriormente a la implementación del mantenimiento preventivo se nota un aumento dando como resultado un 98.67%. Esta mejora del indicador tiene concordancia con el estudio de BARCO, Diana, en su tesis Aplicación del mantenimiento

preventivo para mejorar la productividad en la empresa Tejidos Global S.A.C., donde mantuvo que la eficiencia incremento un 13.9% y en la eficacia del 8.28%. Haciendo la comparación con la tesis citada, se logra confirmar que la eficiencia aumenta favorablemente en la empresa, efectuando mantenimiento preventivo a las maquinarias que tienen mayor continuidad de actividades, esta implementación de mantenimiento preventivo produjo una reducción de paradas inesperadas. Además, se encuentra una similitud en el aumento de la eficiencia, ya que en la empresa se vio un aumento de 9.68%.

Luego de la implementación de un plan de Mantenimiento Preventivo se percibe un beneficio en el aumento de la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C., de esta manera se logra confirmar que la prueba de hipótesis específica, aquí se tiene que la media de la eficacia antes fue de 88.14%, y luego de implementarse la media fue de 98.59%, con estos datos se confirma lo que indica SILVA Máximo, en su tesis que tiene como título Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de Energía de la Cía. Ericsson S.A., donde se tiene como objetivo dar una mejora a la productividad, mediante la aplicación de un mantenimiento preventivo, donde mantuvo como resultado, luego de poder implementar su propuesta, que la eficiencia incremento con respecto a su situación inicial de un 12.4% y la eficacia una incremento de 9.2%. Luego se realiza una comparativa con el presente informe de investigación, donde se puede afirmar que tiene un buen grado de similitud, puesto que la eficiencia obtuvo una mejora de 9.68% y la eficacia por su parte tuvo un aumento de 10.46%. Con todo lo mencionado se puede determinar que la implementación de la propuesta es beneficiosa para la empresa, ya que logra dar un aumento en los indicadores más importantes para su desarrollo en el mercado.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que, una vez obtenidos los resultados, luego de implementarse el mantenimiento preventivo en la empresa INOXITEC S.A.C., tuvo una señal positiva y mejora en la producción, aumentando en un 18.86% la productividad. Antes de la implementación del mantenimiento preventivo en la máquina tronzadora y plegadora, la productividad en la empresa era del 78.40%, y después de implementarse la mejora la productividad de la empresa consiguió un 97.26%. De esta manera se demuestra que se logró el objetivo general de aumentar la productividad.
2. Después de implementarse el mantenimiento preventivo en la máquina tronzadora y plegadora, se ha mejorado la eficiencia en la empresa INOXITEC S.A.C., la eficiencia antes de la implementación fue de 89.99%, y después de implementarse la mejora alcanzó una eficiencia de 98.67%, consiguiendo un aumento final de 9.68%. Uno de los objetivos específicos se logró, a saber, aumentar la eficiencia.
3. Para finalizar, después de implementarse el mantenimiento preventivo en la máquina tronzadora y plegadora, se consiguió aumentar la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C., ya que la eficacia antes de la implementación fue de 88.14% y la eficacia después de implementarse la mejora alcanzó un 98.59%, dando como resultado un aumento total de 10.46 %. Como resultado final, se logra uno de los objetivos específicos, a saber, aumentar la eficacia.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que INOXITEC S.A.C., continúe implementando el mantenimiento preventivo, para todas las maquinarias en general. Mantener la máquina en funcionamiento, además de respetar los programas de mantenimiento estipulados en el calendario, ya sean diarias, semanales, semestrales y anuales que se hayan realizado, evitando así averías imprevistas.
2. Se recomienda capacitar al personal según el tema de mantenimiento preventivo, para que todos entiendan el correcto funcionamiento de la máquina para el trabajo diario, ayudando así a la maquinaria que trabaje adecuadamente.
3. Recomendamos que el jefe de producción siga revisando el plan de mantenimiento preventivo de todas las máquinas para que se lleven a cabo actualizaciones y mejoras donde lo estime conveniente para producir resultados más adecuados, esto significa que se deben revisar las actividades y procedimientos de mantenimiento, así como su frecuencia de implementación y ejecución el tiempo que necesitan.

REFERENCIAS

- AGUIRRE, Juan y CUMBAJÍN, Myriam. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para equipos e infraestructura de la empresa metal industrial José Campusano S.A. de la ciudad de Guayaquil” provincia de guayas ecuador. [en línea]. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, 2019 [fecha de consulta: 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uti.edu.ec//handle/123456789/1155>
ISBN: 8483691582
- ALBÁN Salazar y NERY Evonny. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la Empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad. Tesis pregrado [en línea]. Chiclayo Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. 2017 [fecha de consulta: 22 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/798c>
- ARANEDA ROA, Sebastián Ignacio. Elaboración de una propuesta de plan de mantenimiento preventivo fresadora universal CMESAL FU2. [en línea]. Trabajo de Titulación para optar al Título de Ingeniero Ejecución Mecánico de Procesos y Mantenimiento Industrial. Universidad tradicional privada chilena. 2018 [fecha de consulta: 12 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.usm.cl/handle/11673/46044>
- ALAMAR, José y GUIJARRO, Rocío. El libro de la productividad en la empresa española por Resultae [en línea]. Capítulo 2 - La empresa productiva. 1a Edición 2018 [fecha de consulta: 28 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.resultae.com/wp-content/uploads/2018/04/resultae-ebook-capitulo-2.pdf>
- CUCAITA, Aponte y HELVER Andrés. Plan de mantenimiento preventivo de maquinaria en la empresa Industrias Real S.A. [en línea]. Trabajo de grado para optar por al título de Administrador de Empresas. Universitaria Agustiniana Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas Programa

de Administración de Empresas Bogotá, D.C. 2020 [fecha de consulta: 10 de septiembre de 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co//handle/123456789/1226>

- BARCO Diana. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa Tejidos Global S.A.C. Tesis: (Título profesional de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12268/Barco_SDT.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CARRO, Roberto y GONZALES, Daniel A. Productividad y competitividad. [en línea]. Administración de las operaciones. Parte I. Construcción de operaciones de clase mundial (2012) Facultad de Cs. Económicas y Sociales > Areas > Administración. [fecha de consulta: 22 de septiembre de 2021]. Disponible en: http://nulan.mdp.edu.ar/1607/1/02_productividad_competitividad.pdf
ISBN-10: 9871871228
ISBN-13: 978-9871871223
- DISPOSICIÓN y disponibilidad como indicadores para el transporte por Laksmi Penabad-Sanz [et al]. *Revista Ciencia Técnica Agropecuaria* [en línea]. 25, n.º 4. [fecha de consulta: 22 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/932/93249315008.pdf>
ISBN: 1010-2760
- DELGADO R., Martha Beatriz Aspectos éticos de toda investigación consentimiento informado. ¿Puede convertirse la experiencia clínica en investigación científica? *Revista Colombiana de Anestesiología* [en línea]. 2002, ISSN:0120-3347. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195118154004>

- GUTIERREZ, Humberto. Calidad y productividad. 4.ª ed. Editorial: Mc Graw Hill Education, 2014. 381 pp.
ISBN: 978-607-15-1148-5
- GUTIERREZ, Humberto. Control estadístico de la calidad y seis sigmas. 3.ª ed. México: Mc Graw Hill Education, 2013.
ISBN: 978-607-15-0929-1
- HURTADO, Jacqueline, Metodología de la Investigación Holística. 2000, 666p.
ISBN: 980-6306-06-6
- HERNÁNDEZ Roberto, FERNÁNDEZ Carlos y BAPTISTA María. Metodología de la investigación - Sexta Edición. Mc Graw Hill education 2014. 634p.
ISBN: 978-1-4562-2396-0
- ICART, Teresa, FUENTEELSAZ, Carmen y PULPÓN, Anna. Elaboracion y presentación de un proyecto de investigación y una tesina [en línea]. 1era ed. Barcelona: Publicaciones, 2006. Disponibles en: <https://books.google.com.pe/books?id=5CWKWi3woi8C&pg=PA54&dq=poblacion%20de+una+investigacion&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiKvrOP9PDpAhUlmeAKHVId%20Du4Q6wEIOTAC#v=onepage&q=poblacion%20de%20una%20investigacion&f=true>
ISBN: 84-8338-485-X
- J. A. Arango Marín, S. L. Rosero Otero, y M. E. Montoya Arias, “Programación de mantenimiento preventivo usando algoritmos genéticos”, Lámpsakos, (23), pp. 37-44. DOI: 10.21501/21454086.3112. [en línea]. [fecha de consulta: 9 de septiembre de 2021]. Disponible en: <http://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/lampsakos/article/view/3112/pdf>

- LÓPEZ-ROLDÁN Pedro, FACHELLI Sandra. (2015). Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona. 1ª edición. Edición digital: <http://ddd.uab.cat/record/129382>
- LOPEZ Edwin. Aplicación del mantenimiento preventivo en la línea de envasado para la mejora de la productividad en la empresa, Costagas Arequipa S.A. Tesis: (Título profesional de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/16756/Lopez_PED.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MONTILLA, Carlos Alberto. Mantenimiento industrial y su Administración- Editorial Universidad Tecnológica de Pereyra, Primera Edición. 2019 [fecha de consulta: 03 de septiembre de 2021] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/288157713.pdf>
ISBN: 978-958-722-391-0
ISBN: 978-958-722-390-3
- MONCADA, José. Estadística: para las ciencias del movimiento humano. Editorial de la Universidad de Costa Rica, 2005. 212 pp.
ISBN: 9977-6792-6-6
- MILÍAN, Erick Jerónimo. Eficacia y eficiencia. [en línea]. Lic. En Administración de Empresas Maestría en docencia universitaria con énfasis en Andragogía (pensum cerrado) Asesor, consultor y capacitador en actividades de asesoramiento empresarial. 2016 [fecha de consulta: 12 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://wiac.info/docview>

- Mantenimiento Industrial en máquinas por medio de AMFE. Año 17 Chile N°3: 209-225, por González Sosa [et al]. [en línea] 2018. [Fecha de consulta: 25 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.22320/S07179103/2018.12>

ISSN 0717-9103

- OLIVES, Ramón. Mantenimiento preventivo [en línea]. Barcelona: Departamento de Empresa y Empleo, Capítulo 1. Modalidades de mantenimiento. 2016 [fecha de consulta: 07 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/9185833-Mantenimiento-preventivo-i-cat-i-cast-i.html>
- PALELLA Santa, MARTINS Feliberto. Metodología de la Investigación Cuantitativa. Fedupel 2012. 285p.
ISBN: 980-273-445-4
- PASTOR, Ana. Actividades de educación en el tiempo libre infantil y juvenil: Proyectos educativos de ocio. Ideaspropias Editorial S.L. 2015, 138 pp.
ISBN: 9788498395198
- POSADA, Jaime. Elementos básicos de estadística descriptiva para el análisis de datos. 2016, 157 pp.
ISBN: 978-958-8943-05-3
- PRAT, Miquel. Análisis de fiabilidad, criticidad, disponibilidad, capacidad demantenimiento y seguridad de una impresora industrial digital [en línea]. 1-4, 2015. 2016 [fecha de consulta: 18 de octubre de 2021]. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/23229/Resum.pdf>
- PÉREZ Rondón Y FÉLIX Antonio. Conceptos generales en la gestión del mantenimiento industrial / Bucaramanga (Colombia): Universidad Santo Tomás, Ediciones USTA Bucaramanga, Colombia, 2021 [fecha de consulta:

02 de octubre de 2021]. Disponible en:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/33276/9789588477923.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
ISBN: 978-958-8477-92-3

- RED Global de Conocimiento de Auditoría y Control Interno. Eficiencia y Eficacia [en línea]. [Fecha de consulta: 05 de septiembre del 2021]. Disponible en: <https://www.auditool.org/blog/control-interno/824-eficacia-y-> ISSN: 2665-3508
- RAMÍREZ, Carlos Alberto. Plan de mantenimiento preventivo en la empresa Aplimec Ltda. [en línea]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas facultad de tecnología Mecánica industrial Bogotá D.C. 2021 [Fecha de consulta: 17 de septiembre del 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/27599>
- RODRÍGUEZ, Jose Javier. Implementación de un plan de mantenimiento preventivo del sistema hidráulico a la compactadora MCNEILUS en Interaseo Santa Marta, Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica, Tecnología en Mantenimiento Electromecánico Industrial Universidad Antonio Nariño, Santa Marta. Bogotá- Colombia, 2020 [Fecha de consulta: 29 de octubre del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.uan.edu.co/bitstream/123456789/2595/7/2020JoseJavierRodriguezAscanio.pdf>
- RIAÑO, Néstor. Fundamentos de química analítica básica. Análisis cuantitativo. 2007, 290 pp.
ISBN: 978-958-8319-00-1
- RUIZ, Arturo. CONCEPTO DE FIABILIDAD [en línea]. Asociación Española para la Calidad, 2012 [Fecha de consulta: 14 de septiembre del 2021]. Disponible en: https://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=f8fd03c4-2afb-41b0-

ac10-880ed3aacfa4&groupId=10128

- REGUERA, Alejandra. Metodología de la investigación lingüística [en línea]. Córdoba: Brujas, 2008. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=cZxjCzwBYiUC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
ISBN: 978-987-591-117-8
- RODRÍGUEZ, Jesús, PIERDANT, Alberto y RODRÍGUEZ, Elva. Estadística para administración. 2ª ed. 2016, 440 pp.
ISBN: 978-607-744-490-9
- SUZUKI, Tokutaro. TPM en industrias de proceso. España, Routledge, 2017. 383 pp.
ISBN: 8487022189
- SILVA Máximo. Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en el área de Energía de la Cía. Ericsson S.A. Tesis (Título profesional de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, 2017. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/12570/Silva_MM.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica. Cuantitativa, cualitativa y mixta, 2019, 495 pp.
ISBN: 978-612-302-878-7

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Dimensión e Indicador	Metodología
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Fiabilidad	Población Todas las piezas metálicas producidas en acero inoxidable.
¿Cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021?	Formular cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021	Mantenimiento Preventivo	(TTP-TPMNP) /TTP TTP: Tiempo total de producción al mes TPMNP: Tiempo de parada por mantenimiento no programado	
Problema Especifico	Objetivo Especifico	Hipótesis Especifica			Disponibilidad
¿Cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficiencia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021?	Formular cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficiencia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficiencia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021		(TTP-TPM) /TTP TTP: Tiempo total de producción al mes TPM: Tiempo de parada por mantenimiento	
¿Cómo la implementación del plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021?	Formular cómo la implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021	La implementación de un plan de mantenimiento preventivo aumenta la eficacia en la empresa INOXITEC S.A.C. Ancón 2021	Variable Dependiente	Eficiencia	Tipo de Investigación
			Productividad	Efic= TRP/ TDP x 100% Efic= Índice de eficiencia TRP= Tiempo Real de Producción TDP= Tiempo Disponible de Producción	Aplicada
				Eficacia= (Piezas Producidas / Piezas Planificadas) x 100%	Diseño de Investigación Pre-experimental

Anexo 2. Carta de autorización



"Los profesionales en acero inoxidable a tu servicio"

Carta de autorización

Empresa INOXITEC SAC, dedicada a la fabricación, reparación y mantenimiento industrial

Autoriza que el Sr. Neira Romero Neiser, identificado con DNI 48169284, y el Sr. Santiago Hermitaño Fredy Antonio, identificado con DNI 40143179 se les brinda la facilidad de tener acceso.

Para efectos de investigación científica contundente a la tesis titulada **Implementación de plan de mantenimiento preventivo para aumentar la productividad en la empresa INOXITEC S.A.C. lima 2021**, procedente de la universidad privada Cesar Vallejo-Lima, desde 30 de octubre del 2021 hasta el 30 enero del 2022.

Se expide el presente documento a solicitud de los interesados, documentación fidedigna bajo responsabilidad de los solicitantes.

LIMA, 12 DE OCTUBRE DEL 2021



INOXITEC S.A.C.
Oriando Neira Romero
GERENTE GENERAL

INOXITEC S.A.C

FABRICACION Y MANTENIMIENTO. DE CONGELADORAS
VERTICALES INDUSTRIALES. CAMPANAS DE EXTRACCIÓN Y
COSINAS, ETC. LIDERES EN EL MUNDO DE LA GASTRONOMIA
Lima 12 enero 2020



Hoja de Observación	
INOXITEC S.A.C.	
PRODUCCIÓN GENERAL	
Nro.	Causas
1	Fatiga de personal
2	Falta de capacitación del personal
3	Ausencia de motivación
4	Materia prima defectuosa
5	No hay stock de repuestos
6	Demora en a la entrega de pedidos
7	Maquinarias sucias
8	Axeso de verías
9	Falta de mantenimiento de maquinaria
10	Parada de maquina
11	Exceso de ruido
12	Axeso de Vibraciones
13	Desorden en zona de trabajo
14	Falta de iluminación
15	Falta de Registro de apoyo
16	Nula supervisión de trabajo
17	Falta calibración de maquinas
18	Falta de capacitaciones
19	Conocimientos mínimos de la maquinaria
20	No se realizan medición de sus procesos

Cal Huaro-chiri Mza 92 Lote. 19

Villas de ancón, lima PERÚ

INOXITEC S.A.C.
Orlando Heira Romero
Orlando Heira Romero
GERENTE GENERAL

Anexo 4. Capacitación y entrenamiento del personal



Anexo 5. Imágenes de Congeladoras Verticales industriales



Anexo 6. Imágenes de doblado de piezas de planchas con la máquina plegadora



Anexo 7. Corte de plancha de la lámina con la máquina tronzadora



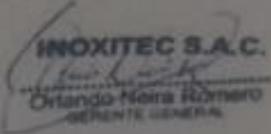
Anexo 8. Comprobación de maquina Guiotina



Anexo 9. Composición y armado de piezas de una congeladora industrial



Anexo 10. Producción diaria antes de la implementación con la maquina tronzadora.

		Registro de producción diaria	Fecha: 01/11/21
Máquina	TRONZADORA	producción	
Código de la Máquina	TRO-002-NEV	ZONA GENERAL	
Tipo de pieza de plancha	CURVEADO REDONDEADO	Cantidad de fallas presentadas	
Tiempo de producción por pieza unitaria de plancha	8 MIN	12	
Cantidad de piezas producidas por plancha	86 UNID	Tiempo promedio por falla presentada	
		8 min	
		Tiempo total por falla presentada	
		110 min	
Observaciones del operario:			
- LA MAQUINA TRONZADORA PRESENTA RUIDO - DIFICULTAD DE CORTE POR EL USO PROLONGADO			
 INOXITEC S.A.C. Orlando Meira Romero GERENTE GENERAL			

Anexo 11. Producción diaria después de la implementación con la maquina tronzadora

	Registro de producción diaria	Fecha: 05/04/22
Máquina	TRONZADORA	producción ZONA GENERAL
Código de la Máquina	TRD-002-112V	operario
Tipo de pieza de plancha	CURVANDO REDONDEADO	Cantidad de fallas presentadas 4
Tiempo de producción por pieza unitaria de plancha	10 min	Tiempo promedio por falla presentada 6 min
Cantidad de piezas producidas por plancha	93 unid.	Tiempo total por falla presentada 28 min
Observaciones del operario:		

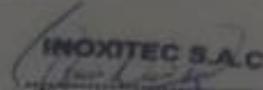
INOXITEC S.A.C.
 Orlando Plaza Romero
 GERENTE GENERAL

Anexo 12. Producción diaria antes de la implementación con la, maquina plegadora

	Registro de producción diaria	Fecha: 06/11/21
Máquina	PLEGADORA	producción ZONA GENERAL
Código de la Máquina	PLE-001-NIV1	operario
Tipo de pieza de plancha	PLANCHA EN ESCALA SEGUN MOLDE	Cantidad de fallas presentadas 16
Tiempo de producción por pieza unitaria de plancha	4 min	Tiempo promedio por falla presentada 18
Cantidad de piezas producidas por plancha	89 UNED	Tiempo total por falla presentada 115 min
<p>Observaciones del operario:</p> <ul style="list-style-type: none"> - FALTA DE ENGRASE - LA CONTRAPUNTA NO ESTA DOBLANDO CORRECTAMENTE 		
 INOXITEC S.A.C. Orlando Neiza Romero GERENTE GENERAL		

Anexo 13. Producción diaria después de la implementación con la maquina plegadora

	Registro de producción diaria	Fecha: 04/04/22
Máquina	PLEGADORA	producción
Código de la Máquina	PLE-001-NIVI	ZONA GENERAL
Tipo de pieza de plancha	PLANCHA EFECALP SEGUN ALDE	Cantidad de fallas presentadas 4
Tiempo de producción por pieza unitaria de plancha	10 min	Tiempo promedio por falla presentada 8 min
Cantidad de piezas producidas por plancha	92	Tiempo total por falla presentada 32 min
Observaciones del operario:		

INOXITEC S.A.C.

 Orlando Nava Romero
 GERENTE GENERAL

Anexo 14. Datos brindados por la empresa INOXITEC SAC., para el (Pre-Tes) antes de la implementación.

TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO NO PROGRAMADO = 3600

TIEMPO DE PARADA POR MANTENIMIENTO LOS DOMINGOS = 3200

DATOS DEL MES DE OCTUBRE

CANTIDAD DE PIEZAS		HORAS DE PRODUCCIÓN	
PLANIFICADAS	PRODUCIDAS	DISPONIBLE	TIEMPO REAL
96	93	960	837
96	80	960	820
96	84	960	862
96	83	960	845
96	81	960	828
96	82	960	862
96	80	960	854
96	96	960	811
96	83	960	862
96	96	960	854
96	89	960	837
96	81	960	854
96	84	960	862
96	84	960	895
96	83	960	803
96	81	960	862
96	83	960	960
96	84	960	857
96	82	960	862
96	84	960	890
96	85	960	898
96	82	960	793
96	85	960	854
96	89	960	845
96	90	960	854
96	82	960	862
	83		
	<u>2200</u>		<u>12215</u>

Nielsen Jim
B 04-10-2022

Calle Huancabamba 92 Lote 19-Villas de Ancón - Ancón / Teléfono 051-1-411-1111

Anexo 16. Formato de la ficha tecnica para la máquina plegadora

	INOXITEC S.A.C.				
	Ficha Técnica de la Máquina				
Nombre					
Código					
Origen					
Nº de serie					
Modelo					
Año de fabricación					
Especificación del equipo					
Potencia					
Longitud máxima de plegado					
Distancia entre montantes					Dimensiones
Cuello de cisne		Peso	Alto	Ancho	Largo
Potencia del motor					
Velocidad del motor					
Condiciones generales					
Actividad					
Año de servicio					
Situación actual					
Observaciones					
Criticidad					


INOXITEC S.A.C.
 Orlando Neira Romero
 GERENTE GENERAL

Anexo 17. Formato de la ficha tecnica para la máquina tronzadora

	INOXITEC S.A.C.				
	Ficha Técnica de la Máquina				
Nombre					
Código					
Origen					
Nº de serie					
Modelo					
Año de fabricación					
Especificación del equipo					
Potencia					
Tensión/ Frecuencia					
Consumo					Dimensiones
Velocidad		Peso	Alto	Ancho	Largo
Diámetro de disco					
Velocidad del motor					
Condiciones generales					
Actividad					
Año de servicio					
Situación actual					
Observaciones					
Criticidad					


INOXITEC S.A.C.
 Orlando Neira Romero
 GERENTE GENERAL

