

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA  
AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE LOS  
EQUIPOS DE UNA EMPRESA DE  
METALMECÁNICA, CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Industrial**

**Autor:**

Hector Ricardo Gutierrez Lico

**Asesor:**

M.Sc. Ing. Luis Roberto Quispe Vásquez  
<https://orcid.org/0000-0002-6150-1912>

Cajamarca - Perú

2023

### **JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	KARLA ROSSEMARY SISNIEGAS NORIEGA	<b>46071719</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	KATHERINE DEL PILAR ARANA ARANA	<b>46288832</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	VIVIANA ROJAS GÁLVEZ	<b>46951927</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD



## **DEDICATORIA**

El presente documento, está dedicado a mi familia que son la motivación más grande de mi vida, a mi hija Heyli que es la que me alegra los días y convierte un día cualquiera en uno especial, a mi esposa Liz por ser mi compañera de vida y estar presente en todo momento ; a mi madre, a mi abuela que ahora me acompaña desde el cielo, cada uno de ellos son los pilares que me sostuvieron en esta larga travesía que se hace corta y llevadera con su  
compañía.

## **AGRADECIMIENTO**

Por poder culminar el siguiente trabajo agradezco en primer lugar a Dios por la salud y la vida al lado de mis seres queridos. A mi abuelita María Josefina que en paz descanse, a mi madre Eufemia que siempre confió en mí y me brindaron su apoyo incondicional para conseguir mis metas, A mis hermanos por sus consejos y enseñanzas, por ser ejemplo en mi vida, lucha y constancia. A mi hija Heyli por ser el motor y motivo por el cual sigo adelante.

## Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR .....	2
INFORME DE SIMILITUD .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS .....	9
RESUMEN .....	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN .....	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema.....	17
1.3. Objetivos .....	17
1.3.1. <i>Objetivo general</i> .....	17
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	18
1.4. Hipótesis.....	18
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	19
2.1. Tipo de investigación.....	19
2.2. Población y muestra.....	20
2.3. Técnicas, instrumentos y métodos .....	21
2.4. Aspectos éticos.....	24
2.5. Operacionalización de Variables .....	25
CAPITULO III: RESULTADOS .....	26
3.1. Situación actual de la disponibilidad de los equipos y máquinas .....	26
3.1.1. <i>Diagrama de Ishikawa para identificar las causas de la baja disponibilidad de los equipos</i> .....	29
3.1.2. <i>Diagnóstico de la variable independiente: Sistema de gestión de mantenimiento preventivo</i> .....	31
3.1.3. <i>Diagnóstico de la variable dependiente: Disponibilidad de equipos</i> .....	41
3.1.4. <i>Matriz operacionalización de variables con diagnóstico</i> .....	48
3.2. Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento .....	49
3.2.1. <i>Planificar:</i> .....	49
3.2.2. <i>Hacer:</i> .....	53
3.2.3. <i>Verificar:</i> .....	57
3.2.4. <i>Actuar:</i> .....	60
3.3. Estimación de mejoras del sistema de gestión de mantenimiento preventivo .....	61
3.3.1. <i>Análisis de mejora en la variable dependiente: Disponibilidad de equipos</i> .....	66
3.4. Análisis económico/financiero .....	73

3.4.1.	<i>Costos por implementación</i> .....	73
3.4.2.	<i>Costos de personal</i> .....	74
3.4.3.	<i>Costos proyectados</i> .....	75
3.4.4.	<i>Análisis de indicadores</i> .....	76
3.4.5.	<i>Egresos</i> .....	76
3.4.6.	<i>Flujo de caja neto</i> .....	77
3.4.7.	<i>Indicadores financieros</i> .....	77
CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....		78
4.1.	Discusión .....	78
4.2.	Conclusiones .....	79
REFERENCIAS .....		81
ANEXOS .....		86

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Muestra de estudio .....	21
<b>Tabla 2</b> Técnicas de recolección y análisis de datos .....	22
<b>Tabla 3</b> Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	22
<b>Tabla 4</b> Procedimiento .....	24
<b>Tabla 5</b> Matriz de Operacionalización de Variables .....	25
<b>Tabla 6</b> Modelo de equipos .....	26
<b>Tabla 7</b> Falla de equipos .....	27
<b>Tabla 8</b> Capacitaciones .....	33
<b>Tabla 9</b> Horas programadas de mantenimiento .....	36
<b>Tabla 10</b> Horas ejecutadas de mantenimiento .....	39
<b>Tabla 11</b> Cumplimiento de actividades de mantenimiento .....	40
<b>Tabla 12</b> Datos de horas trabajadas, paradas de equipo y horas de paro de cada equipo. ....	41
<b>Tabla 13</b> Tiempo medio entre fallas .....	42
<b>Tabla 14</b> Tiempo medio entre fallas - resumen .....	43
<b>Tabla 15</b> Tiempo medio de reparación .....	44
<b>Tabla 16</b> Tiempo medio de reparación - resumen .....	45
<b>Tabla 17</b> Disponibilidad de equipos .....	46
<b>Tabla 18</b> Disponibilidad de equipos - resumen .....	47
<b>Tabla 19</b> Matriz de operacionalización de variables .....	48
<b>Tabla 20</b> Diseño del sistema de mantto. ....	49
<b>Tabla 21</b> Capacitaciones .....	61
<b>Tabla 22</b> Horas ejecutadas de mantenimiento .....	64
<b>Tabla 23</b> Cumplimiento de actividades de mantenimiento .....	65
<b>Tabla 24</b> Tiempo medio entre fallas .....	66
<b>Tabla 25</b> Tiempo medio de reparación .....	68
<b>Tabla 26</b> Disponibilidad de equipos .....	70
<b>Tabla 27</b> Costos por implementación .....	73
<b>Tabla 28</b> Costos por personal .....	74
<b>Tabla 29</b> Costos por incurrir en la propuesta de mejora .....	75
<b>Tabla 30</b> Costos por no incurrir en la propuesta de mejora .....	76
<b>Tabla 31</b> Costos por incurrir en la propuesta de mejora .....	76
<b>Tabla 32</b> Flujo de caja neto .....	77



## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Cronograma de capacitaciones internas.....	32
<b>Figura 2</b> Cronograma de mantenimiento programado.....	35
<b>Figura 3</b> Mantenimiento ejecutado.....	38
<b>Figura 4</b> Cronograma de capacitaciones internas.....	54
<b>Figura 5</b> Cronograma de mantenimiento de equipos.....	55
<b>Figura 6</b> Orden de trabajo.....	56
<b>Figura 7</b> Registro de reuniones y simulacros de emergencia.....	58
<b>Figura 8</b> Informe técnico de mantenimiento.....	59
<b>Figura 9</b> Reporte de pre uso.....	60
<b>Figura 10</b> Mantenimiento programado.....	62
<b>Figura 11</b> Mantenimiento ejecutado.....	63
<b>Figura 12</b> Comparación de disponibilidad.....	71
<b>Figura 13</b> Flujo de caja.....	77
<b>Figura 14.</b> Ficha de observación de Torno.....	92
<b>Figura 15.</b> Ficha de observación de Fresadora.....	92
<b>Figura 16.</b> Ficha de observación de Mandrinadora.....	93
<b>Figura 17.</b> Ficha de observación de Taladro radial.....	93
<b>Figura 18.</b> Ficha de observación de Taladro de columna.....	93
<b>Figura 19.</b> Ficha de observación de Sierra eléctrica.....	94
<b>Figura 20.</b> Ficha de observación de Máquina de soldar.....	94
<b>Figura 21.</b> Ficha de observación de Prensa.....	94
<b>Figura 22.</b> Ficha de observación de Plegadora.....	95
<b>Figura 23.</b> Ficha de observación de Cizalla eléctrica.....	95
<b>Figura 24.</b> Ficha de observación de Puente grúa, página.....	95
<b>Figura 25.</b> Ficha de observación de Compresora de aire.....	96
<b>Figura 26.</b> Ficha de observación de Esmeril de banco.....	96
<b>Figura 27.</b> Ficha de observación de Esmeril angular.....	96
<b>Figura 28.</b> Ficha de observación de Butil eléctrico.....	97
<b>Figura 29.</b> Ficha de observación de Equipo de oxicorte.....	97
<b>Figura 30.</b> Ficha de observación de Carrito de oxicorte.....	97
<b>Figura 31</b> Ficha de observación de Dobladora eléctrica.....	98
<b>Figura 32.</b> Reparación de manivelas fresadora.....	99
<b>Figura 33.</b> Reparación de engranaje de selección de avance de fresadora.....	99
<b>Figura 34.</b> Reparación de puente grúa.....	100
<b>Figura 35.</b> Reparación de engranajes de fresadora.....	100
<b>Figura 36.</b> Reparación de máquinas de soldar.....	101
<b>Figura 37.</b> Fuga hidráulica de dobladora de tubos.....	101
<b>Figura 38.</b> Reparación de dobladora hidráulica.....	102
<b>Figura 39.</b> Desmontaje de freno roto de puente grúa.....	102
<b>Figura 40.</b> Reparación de freno de motor de puente grúa.....	103
<b>Figura 41.</b> Desmontaje de cable de puente grúa.....	103
<b>Figura 42.</b> Reparación de sistema eléctrico de puente grúa.....	104
<b>Figura 43.</b> Cambio de fajas del torno.....	104
<b>Figura 44.</b> Reparación de freno de torno.....	105
<b>Figura 45.</b> Cambio de aceite de mesa de avances de fresa.....	105
<b>Figura 46.</b> Cañería de carga de compresora.....	106
<b>Figura 47.</b> Excesiva cantidad de agua en el tanque de compresora.....	106
<b>Figura 48.</b> Reparación de taladro de columna, se rebobinó el motor.....	107
<b>Figura 49.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Torno.....	108
<b>Figura 50.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Máquina de soldar.....	108
<b>Figura 51.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Fresadora.....	109
<b>Figura 52.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Mandrinadora.....	109
<b>Figura 53.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Taladro radial.....	110
<b>Figura 54.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Taladro de columna.....	110
<b>Figura 55.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Sierra eléctrica.....	111

<b>Figura 56.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Buril eléctrico .....	111
<b>Figura 57.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Plegadora .....	111
<b>Figura 58.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Cizalla eléctrica .....	112
<b>Figura 59.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Puente grúa .....	112
<b>Figura 60.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Compresora de aire .....	113
<b>Figura 61.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Prensa .....	113
<b>Figura 62.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Dobladora hidráulica .....	114
<b>Figura 63.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Esmeril de banco .....	114
<b>Figura 64.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Esmeril angular .....	114
<b>Figura 65.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Equipo de oxicorte .....	115
<b>Figura 66.</b> Cronograma de mantenimiento preventivo para Carrito de oxicorte .....	115
<b>Figura 67.</b> Reporte de pre uso para Torno .....	116
<b>Figura 68.</b> Reporte de pre uso para Máquina de soldar .....	116
<b>Figura 69.</b> Reporte de pre uso para Fresadora .....	117
<b>Figura 70.</b> Reporte de pre uso para Mandrinadora .....	117
<b>Figura 71.</b> Reporte de pre uso para Taladro radial .....	118
<b>Figura 72.</b> Reporte de pre uso para Taladro de columna .....	118
<b>Figura 73.</b> Reporte de pre uso para Sierra eléctrica .....	119
<b>Figura 74.</b> Reporte de pre uso para Buril eléctrico .....	119
<b>Figura 75.</b> Reporte de pre uso para Plegadora .....	120
<b>Figura 76.</b> Reporte de pre uso para Cizalla eléctrica .....	120
<b>Figura 77.</b> Reporte de pre uso para Puente grúa .....	121
<b>Figura 78.</b> Reporte de pre uso para Compresora de aire .....	121
<b>Figura 79.</b> Reporte de pre uso para Prensa .....	122
<b>Figura 80.</b> Reporte de pre uso para Dobladora hidráulica .....	122
<b>Figura 81.</b> Reporte de pre uso para Esmeril de banco .....	123
<b>Figura 82.</b> Reporte de pre uso para Esmeril angular .....	123
<b>Figura 83.</b> Reporte de pre uso preventivo para Equipo de oxicorte .....	124
<b>Figura 84.</b> Reporte de pre uso para Carrito de oxicorte .....	124

## RESUMEN

La presente investigación desarrollada en una empresa metalmecánica de la ciudad de Cajamarca, donde se planteó como objetivo diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos. Para ello se inició recopilando información de la problemática encontrando que existe un 58% de ejecución de capacitaciones, 102 horas de mantenimiento programado, 65 horas de mantenimiento ejecutado, 64% de cumplimiento de actividades preventivas, 14 horas del tiempo medio entre fallas, 4 horas el tiempo promedio de reparación y un 79% de disponibilidad de los equipos. Para mejora de ello, se diseñó un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la empresa metalmecánica, el cual se basó en la herramienta de mejora continua PHVA que consta de cuatro fases: planificar, Realizar, verificar y actuar, cada una de sus fases ordenada y organizada estratégicamente para obtener mejores resultados. Logrando un aumento a un 90% de disponibilidad de los equipos. Finalmente, se logró evaluar económicamente el sistema, el cual muestra que es viable al obtener un valor actual neto de S/. 11,159.43, una tasa interna de retorno de 37% y un índice de rentabilidad de 1.38 que muestra que, por cada sol invertido, generará una rentabilidad de 0.38 soles.

**PALABRAS CLAVE:** Mantenimiento preventivo, disponibilidad, sistema, gestión.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

El mantenimiento forma parte esencial en todo proceso, dado que, la implementación del mantenimiento en los procesos productivos da a conocer la necesidad de las organizaciones de garantizar niveles mínimos de pérdidas además de la excelente calidad. A medida que evoluciona la industria se ven implicados dinamismos y mejoras a los procesos, con el fin que busca toda organización de maximizar la utilización del recurso. Gómez, (2017) Sumando a ello, se deben disminuir las fallas y averías en los sistemas involucrados en la producción, que se refleja en costos e ingresos para la industria, por lo cual es indispensable la gestión de mantenimiento (Rodríguez & Izquierdo, 2013).

Flores (2016) Indica que la finalidad del mantenimiento preventivo es encontrar y corregir los problemas menores antes de que provoquen fallas. El mantenimiento preventivo también puede ser definido como una lista completa de actividades, todas realizadas por usuarios, operadores y encargados de mantenimiento, para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios, máquinas, equipos, vehículos, etc. (Rogej Arturo Marrero-Hernández et al., 2019) De esta manera, se desarrolla el mantenimiento como la vía para asegurar una sostenible competitividad. Garantizando la mayor disponibilidad y confiabilidad prevista en una determinada función, cubriendo los requisitos del sistema de calidad, cumpliendo normativas de seguridad y protección del medio ambiente.

Urbina (2019) Afirma que la importancia del mantenimiento preventivo radica en que los equipos necesitan de un cuidado que garantice, en lo posible, la vida útil de estos. Con la realización de dicho plan en la entidad, se pretende aumentar la confiabilidad y disponibilidad de los activos que la conforman, además de dar a

conocer la reducción de gastos que se tendría si se implementa el plan (Hernández, 2017). Ya que, el mantenimiento preventivo es la actividad desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con la finalidad de garantizar que la calidad de servicio que éstos proporcionan siga dentro de los límites establecidos. Este siempre es programable y cuenta con diversos procedimientos, y posee varias sub-tipologías (Predictivo, Periódico, Analítico, Progresivo y Técnico)

Además, Rodas & Gómez (2019) Mencionan que las empresas compiten en el mercado diferenciándose en funciones competitivas como costo, flexibilidad, calidad y disponibilidad. Es por esto que se hace imperativo garantizar la disponibilidad de los equipos. La ingeniería siempre ha tratado de reducir los tiempos de inactividad y aumentar la disponibilidad de los equipos, pero a medida que el factor tiempo y trabajo influye en estos se empiezan a presentar diferentes tipos de deterioro. El natural, relativo al tiempo de uso y el forzoso, aquel que aparece como consecuencia de malas intervenciones, programaciones de mantenimiento obsoletas, materias primas no aptas para la operación de las maquinas entre otros.

Salas (2017) indica que tanto el dinamismo como las exigencias actuales a las cuales se encuentran sujetos los procesos de producción industrial locales, regionales y mundiales para satisfacer la demanda de clientes internos o externos, exigen una nueva visión de la gestión de mantenimiento, bajo la cual se considere al mismo más que como un gasto necesario, como una herramienta la cual permita, entre muchos otros aspectos relevantes, alcanzar los objetivos o metas de producción, satisfacer las necesidades del mercado y además, generar un mayor retorno sobre la inversión. Para hacer frente a dicha realidad, los responsables de los planes de mantenimiento deben realizar una auditoría de mantenimiento, para detectar las fallas, desviaciones u omisiones en cuanto al plan de mantenimiento y su situación más óptima esperada.

El mantenimiento se define como el conjunto de actividades que viabilizan la sostenibilidad eficiente y competitiva del ciclo de vida de los activos físicos personalizado en su contexto operacional. Por tanto, el mantenimiento deberá asegurar la disponibilidad, confiabilidad y seguridad de dichos activos y para lograrlo deberá estructurarse, organizarse y ejecutarse, de acuerdo con las condiciones específicas de cada lugar (Concepción et al., 2016). Además, Es preciso analizar y procesar la información que nos llega al área de mantenimiento. Misión fundamental para los especialistas que organizan y controlan la gestión del mismo, y buscar la forma más eficiente con el mínimo de costo que garantice el desempeño total del mantenimiento y el cumplimiento de la misión y visión de la institución (Herrera & Duany, 2016).

No podemos dejar de relacionar el mantenimiento preventivo con la disponibilidad, pues son dos variables que van de la mano. Por lo tanto, debemos resaltar que la disponibilidad es el trabajo completo que se le da a un equipo y la confiabilidad que este tiene en la operación (Flores et al., 2016). La disponibilidad de un equipo solo puede aumentarse disminuyendo el tiempo fuera de servicio siendo la confiabilidad definida como “la probabilidad de que un componente o equipo no falle estando en servicio durante un periodo determinado”, cuando es operado en condiciones razonablemente uniformes de voltaje, corriente, potencia, frecuencia, entre otros (Mago et al., 2014).

A continuación, se presentan algunos trabajos de investigación referidos al tema desde un ámbito internacional en la universidad de Chile el autor Bütikofer (2017) en su tesis denominada “Optimización del mantenimiento preventivo de flotas en base a técnicas de clustering y aprendizaje supervisado” Llega a la siguiente conclusión, Para mejorar el plan de mantenimiento es fundamental realizar un trabajo con la empresa dueña de la flota con el fin de integrar otros factores relevantes, como,

por ejemplo, tiempos de indisponibilidad, costos entre otros elementos. La metodología utilizada en el presente trabajo permite la incorporación de más información esperando así un buen análisis de la confiabilidad de la flota y una correcta administración.

Además, Para optar el título de ingeniero industrial en la Universidad Nacional Autónoma De México, Riveroll (2022) con título “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para el taller de metal - mecánica de la universidad de Sotavento A.C. campus Coatzacoalcos, Veracruz” llegó a la siguiente conclusión. Analizando los posibles gastos que derivan el mantenimiento preventivo y correctivo, es importante implementar un programa de administración del mantenimiento, ya que es la única forma que la maquinaria se mantenga en condiciones óptimas de servicio.

Desde un aspecto nacional desde Trujillo, el autor Calderón (2022) en su tesis “Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento centrado en la fiabilidad para reducir los costos operativos de una empresa manufacturera de calzado” según su diagnóstico llegó a la conclusión que los sobrecostos en el área de mantenimiento de una empresa llegan a ser elevados; debido a la ausencia de un mantenimiento preventivo y la falta de un plan de capacitación de mantenimiento respectivamente.

Así también, Lozada (2020) en su estudio “Diseño de un plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia de las máquinas y equipos de la empresa Rocagu S.R.L. Pacasmayo”, De acuerdo a la descripción de problemas actuales de funcionamiento se establece que existen fallas en las máquinas y que son propias del funcionamiento y operación de las máquinas, abocándose únicamente a un mantenimiento correctivo o de emergencia, trayendo consigo paradas innecesarias y perjudicando económicamente a la empresa.

De manera local, Añazco y Salazar (2016) en su tesis “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo planificado de máquinas y equipos para incrementar la rentabilidad en Consorcio A&A SRL. – Cajamarca 2016” llegan a la siguiente conclusión. Los costos de un plan de mantenimiento preventivo planificado de máquinas y equipos en Consorcio A&A SRL. es viable porque da la ventaja de lograr una mayor duración de las máquinas y equipos, reducción del costo de mantenimiento y el incremento de la producción y rentabilidad en un 10 %.

Además, Amambal y Huatay (2018) en su tesis “Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para mejorar la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada en la empresa Martinez Contratistas e Ingeniería S.A., 2018” Concluyen que el diseño busca la mejora de la disponibilidad mecánica de la maquinaria pesada y así poder reducir las paradas no programadas evitando la inoperatividad del equipo, además de evadir el bajo rendimiento y optimizar la vida útil de la maquinaria, diseñando formatos que ayudaran en la recopilación de la información de cada maquinaria, los mismos que serán registrado en el software que se ha implementado con nuestro nuevo diseño, de esta manera se tendrá información actualizada de los mantenimientos correctivos y preventivos.

Al año 2022, la empresa que brinda servicio en el rubro de metal mecánica a una vasta cartera de clientes, contando con respaldo en todos los componentes fabricados o reparados; Gracias a nuevas técnicas de soldadura utilizadas, el uso de nuevos materiales, su amplia infraestructura y variedad de equipos le ha permitido mantenerse a la vanguardia del mercado. Pero a pesar de ser una de las principales empresas en el rubro en la Región de Cajamarca; esta empresa muestra problemas de disponibilidad de equipos.



En la empresa en estudio, según indica gerencia mediante una entrevista y se constata in situ, han estado ocurriendo paradas de equipos y máquinas en el área de soldadura y maestranza en momentos inesperados, llegando a ser estas de hasta 4 horas cada 14 horas de trabajo, lo que se pudo registrar mediante fichas de observación directa, guardando evidencia mediante un registro Excel y fotografías, estas paradas obligan a la compañía a realizar sobreesfuerzos para tratar de recuperar la disponibilidad de los equipos y volver al proceso de manera acelerada para cumplir con los tiempos de producción establecidas, incurriendo en tiempo extra en reparaciones improvisadas, además de costos en servicio técnico y compra de repuestos de manera urgente, cuando estas paradas ocurren afectan directamente la continuidad de los procesos productivos y la rentabilidad de la misma. Asimismo, al estimar la disponibilidad de los equipos esta fue de 79%, disponibilidad que, desde el punto de referencia del supervisor, con el paso del tiempo han ido disminuyendo debido a las paradas imprevistas que sufren los equipos y se desea aumentar.

## **1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la empresa de metalmecánica aumentará la disponibilidad de los equipos, Cajamarca 2022?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para aumentar la disponibilidad de los equipos en la empresa de metalmecánica, Cajamarca 2022.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar la situación actual de la disponibilidad de los equipos y máquinas.
- Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la empresa de metalmecánica.
- Estimar la mejora de la disponibilidad de los equipos y máquinas de la empresa de metalmecánica después del diseño del sistema de gestión de mantenimiento preventivo.
- Evaluar económicamente el diseño del sistema de gestión de mantenimiento preventivo.

### **1.4. Hipótesis**

El diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo aumentará la disponibilidad de los equipos de la empresa de metalmecánica, Cajamarca 2022.

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación en esta tesis se puede definir de la siguiente manera:

Según su propósito: La investigación es aplicada, pues se considera que los proyectos de investigación aplicada, según Martínez, (2013) tienen que generar impacto en el medio donde se desarrollan, por ello los investigadores deben socializar los resultados de su investigación en los sitios donde se realizaron los proyectos y de ser posible ante la comunidad científica.

Según el Enfoque: La investigación es cuantitativa, Como indica Fernández, (2016) en el enfoque cuantitativo se parte de identificar y formular un problema científico, y a seguidas una revisión de la literatura afín al tema, con la que se construye un marco teórico referencial; posteriormente y sobre la base de esos dos aspectos se formulan hipótesis de investigación; en estas últimas se precisan las variables fundamentales de la investigación, las que son definidas conceptual y operacionalmente.

Según el alcance: La investigación es explicativa, pues como menciona Castillo, (2013) en las investigaciones del tipo explicativo existe la necesidad de definir con precisión los aspectos fundamentales que rigen su desarrollo, tales como: el problema, el objetivo general, los específicos, la hipótesis, las variables, los indicadores, los resultados, las conclusiones y las recomendaciones. Todos estos aspectos son cruciales para que el investigador oriente adecuadamente sus actividades hacia el logro de los objetivos planteados y destine recursos de manera eficiente.

Según su manipulación de la variable: La investigación será pre experimental, ya que como lo define Sampieri, (2014) la investigación pre experimental es el diseño de un solo grupo cuyo grado de control es mínimo. Generalmente es útil como un primer acercamiento al problema de investigación en la realidad.

## **2.2. Población y muestra**

Todos los equipos y máquinas de la empresa de metalmecánica Pues como lo define Ventura, (2017) La población es un conjunto de elementos que contienen ciertas características que se pretenden estudiar.

Como indica el mismo autor una muestra es entendida como un subconjunto de la población conformado por unidades de análisis. La muestra tomada para este trabajo son los equipos del área de mantenimiento, siendo elegida por conveniencia mediante muestreo no Probabilístico, Seleccionando casos o unidades por uno o varios propósitos, sin pretender que los modelos sean estadísticamente representativos de la población y consistiendo este proceso en seleccionar la muestra de la población por el hecho de que sea accesible perteneciendo esta solo al área de mantenimiento de la empresa. La muestra seleccionada es especificada en la tabla número 1.

**Tabla 1**

*Muestra de estudio*

<b>EQUIPOS</b>	<b>CANTIDAD</b>
Torno	4
Fresadora	2
Mandrinadora	1
Taladro Radial	1
Taladro de columna	1
Sierra eléctrica	1
Máquina de Soldar	8
Prensa	1
Plegadora	1
Cizalla eléctrica	1
Puente grúa	2
Compresora de aire	1
Esmeril de banco	2
Esmeril angular	8
Buril eléctrico	2
Equipo de oxicorte	1
Carrito de oxicorte	1
Dobladora hidráulica para tubo	2

### **2.3. Técnicas, instrumentos y métodos**

#### **2.1.1. Técnicas e instrumentos**

Para la presente investigación se identificaron los instrumentos y técnicas de recolección de datos de cada uno de los indicadores estos fueron adaptados de la tesis de Mendoza y Calixto (2022), denominada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM soldaduras Cajamarca” las que se detallan en la siguiente tabla número 2, mismos que se muestran en el Anexo N° 2.

**Tabla 2**

*Técnicas de recolección y análisis de datos*

INDICADORES	MÉTODO	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN
% Grado de ejecución de capacitación.	Cuantitativo	Entrevista
% Del cumplimiento de inspecciones.	Cuantitativo	Revisión documentaria
% Del cumplimiento de Actividades preventivas.	Observación	Observación directa
Tiempo de operatividad de máquina	Cuantitativo	Revisión documentaria y Encuestas a los operarios pues existen muchas fallas que no llegan a ser documentadas
Tiempo de inactividad de máquina	Cuantitativo	Revisión documentaria
Disponibilidad	Cuantitativo	Revisión documentaria y Encuestas a los operarios

De la misma manera se detalla los instrumentos y técnicas de recolección utilizados, de forma que facilitarán la recolección de datos, gracias a la cooperación de los involucrados en el mantenimiento de equipos de la empresa.

**Tabla 3**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTO	APLICADO A
Entrevista	Permitirá recopilar datos del estado del cumplimiento del sistema de gestión mantenimiento mediante el	Guía de entrevista	Supervisor del área de mantenimiento

	<p>cuestionario previamente diseñado para el área de mantenimiento.</p> <p>La observación directa facilitará la evaluación de diferentes aspectos de los equipos y máquinas,</p>		
Observación directa	<p>fundamentalmente fallas visibles, características, comparación de estados de pre y post mantenimiento, del área de mantenimiento.</p> <p>La revisión documental permitirá hacerse una idea del desarrollo y las características de los procesos de mantenimiento</p>	<p>Guía de observación directa</p>	<p>Los equipos y máquinas del área de mantenimiento</p>
Revisión documentaria	<p>anteriores y también de disponer de información de fácil comprobación con datos obtenidos en las encuestas del área de mantenimiento.</p>	<p>Registros históricos en hojas de calculo</p>	<p>Los datos históricos del área de mantenimiento</p>

---

**Procedimiento:**

**Tabla 4**

*Procedimiento*

<b>Técnica</b>	<b>Procedimiento</b>
Entrevista	<p>Establecer los objetivos de la entrevista</p> <p>Delimitar la población</p> <p>Diseñar el cuestionario</p> <p>Aplicar el cuestionario 5 minutos antes de realizar las labores.</p> <p>Recolectar la información.</p> <p>Analizar los datos.</p>
Observación directa	<p>Coordinación previa de disponibilidad</p> <p>Uso de Check List de mantenimiento</p> <p>Recolección de la información.</p> <p>Analizar los datos.</p>
Revisión documentaria	<p>Coordinación previa</p> <p>Uso de Registros Históricos de mantenimiento</p> <p>Recolección de la información en Hojas de Cálculo.</p> <p>Analizar los datos.</p>

**2.4. Aspectos éticos**

Se manifiesta que, con el propósito de no perjudicar el presente trabajo de investigación, El cual incluye, imágenes, tablas, gráficos y conceptos, se está respetando los derechos de autoría, realizando la certificación de autoría, para lo cual se emplean referencias bibliográficas, mencionadas en las citas textuales y parafraseadas, Los datos otorgados por la empresa no será utilizada para otro fin que no sea académico. Respetando de este modo la autonomía, privacidad y confidencialidad, pues el presente trabajo se realiza de manera voluntaria, sin presión externa, respetando el anonimato de participantes y utilizando la información brindada por la empresa solamente con fines de investigación.



## 2.5. Operacionalización de Variables

**Tabla 5**

*Matriz de Operacionalización de Variables*

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Sistema de gestión de mantenimiento preventivo	Según (Shkiliova y Sanchez, 2011) es la realización de intervenciones con carácter profiláctico según una programación con el objetivo de disminuir la cantidad de fallos aleatorios. (...) Son intervenciones típicas de este sistema (...) y hasta las propias reparaciones de cualquier tipo, siempre que sean planificadas previamente.	Planificar	% de ejecución de capacitación.
			Hacer	Nº de horas de Mantto programado
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Disponibilidad de Equipos	Como indica (Flores, 2016) es una medida que nos indica cuánto tiempo está funcionando ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante el periodo en el que se desea que funcione. (...) Esta solo puede aumentarse disminuyendo el tiempo fuera de servicio, lo cual es posible con la mejora de los sistemas administrativos, los procedimientos, la selección, el entrenamiento, la motivación del personal, la calidad y dotación de herramientas.	Verificar	Nº de horas de mantenimiento ejecutado
			Actuar	% Del cumplimiento de Actividades preventivas.
			Operatividad	Tiempo medio entre fallas
			Inactividad	Tiempo medio de reparación
			Disponibilidad	% de disponibilidad

## CAPITULO III: RESULTADOS

### 3.1. Situación actual de la disponibilidad de los equipos y máquinas

En la búsqueda de resolver nuestro objetivo inicial, se recurrió al uso de la hoja de observación directa y el cuestionario; instrumentos que favorecieron a recoger información, diseñar formatos, tablas, gráficas y los documentos de gestión desarrollados, pues se tuvo que omitir la revisión documentaria que en un inicio se pensó en aplicar, ya que la empresa no cuenta con registros históricos o documentación alguna de fallas, mantenimiento o reparaciones de sus equipos y máquinas.

A continuación, una tabla con la lista de equipos y máquinas del área de mantenimiento de la empresa, registradas mediante observación directa en las que se incluye cantidad por tipo de equipo, marca y modelo:

**Tabla 6**

*Modelo de equipos*

EQUIPOS	CANTID	MARCA	MODELO
Tornos	4	TONG-IL	D-4044 Kaarst 2
Fresadora	2	G. VERNIER	FV 300
Mandrinadora	1	TOS	W 100
Taladro Radial	1	GSP	405 K 150
Taladro de columna	1	AMERICAN	ZX-40
Sierra eléctrica	1	UNIZ	18H
Máquina de Soldar	8	LINCOLN	DC-600
Prensa	1	GENERICICO	GENERICICO
Plegadora	1	MEBUSA	RG 240
Cizalla eléctrica	1	LVD	HST 31/13
Puente grúa	2	DEMAG	5 TON
Compresora de aire	1	INGERSOLRAND	2545D10
Esmeril de banco	2	SIN MARCA	SIN MODELO
Esmeril angular	8	DEWALT	DWE4314N-B2

Buril eléctrico	2	BOSCH	GGG 28 LCE
Equipo de oxicorte	1	VICTOR	CONTENDER EDGE
Carrito de oxicorte	1	VICTOR	VCM 200
Dobladora hidráulica para tubo tubo	2	SIN MARCA	SIN MODELO

Como la empresa no posee un registro histórico de fallas, se muestra en la siguiente tabla los principales problemas de funcionamiento con su frecuencia según la apreciación del supervisor, recordando que en la empresa a la fecha solo realiza mantenimiento correctivo y en ningún momento aplica mantenimiento preventivo.

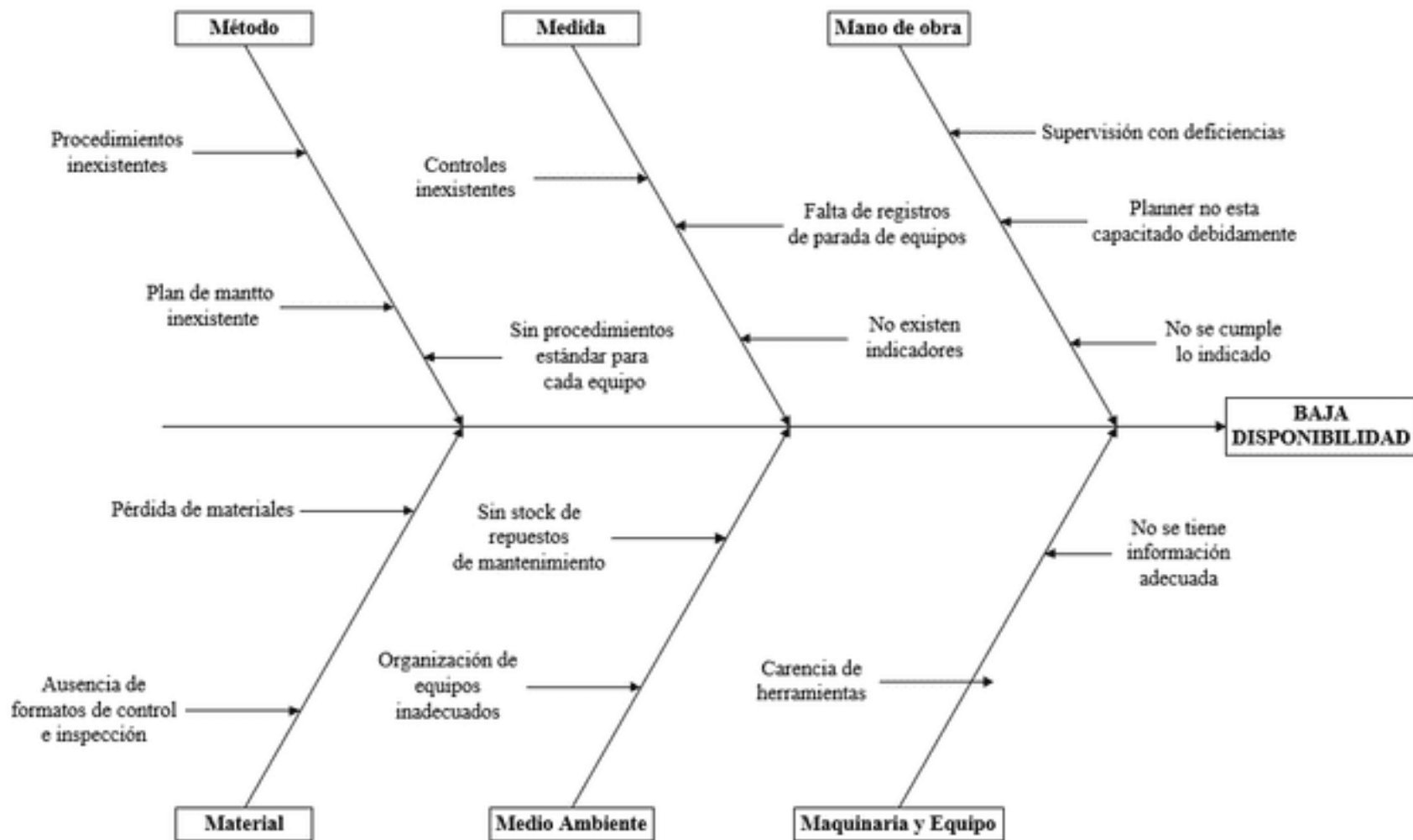
**Tabla 7**

*Falla de equipos*

EQUIPOS	TIPO DE FALLA	FRECUENCIA
	Ruptura de fajas	Alta
Tornos	Desgaste de bancada	Media
	Desgaste de Engranajes	Bajo
Fresadora	Fugas hidráulicas	Media
	Fallas eléctricas	Media
Mandrinadora	Fallas eléctricas	Media
	Fugas hidráulicas	Alta
Taladro Radial	Falla en el freno de giro	Media
	Desgaste de engranajes	Media
Taladro de columna	Fallas eléctricas	Alta
	Desgaste en tuerca de sujeción de piezas	Alta
Sierra eléctrica	Obstrucción de drenaje de líquido refrigerante	Alta
	Corte desviado de piezas	Alta
	Cables en mal estado	Alta
Máquina de Soldar	Tenaza dañada	Media
	Fallas eléctricas	Media
	porta electrodo dañado	Media
	Toberas obstruidas	Alta

	Fugas hidráulicas	Alta
Prensa	Perdidas de presión	Media
	Escape de piezas	Baja
	Abolladuras en el dado	Alta
Plegadora	Cuchillas dobladas	Media
	Fallas eléctricas	Media
Cizalla	Pellizcos en la cuchilla	Media
eléctrica	Fallas Eléctricas	Alta
	Falla de Regulación de corte	Media
	Fallas eléctricas	Baja
Puente grúa	Desgaste de cables	Baja
	Desgaste de engranajes	Baja
	Fugas hidráulicas	Media
Compresora de	Fugas de aire en el equipo compresor	Media
aire	Fugas de aire en el circuito	Baja
Esmeril de	Vibración excesiva	Media
banco	Guardas rotas o incompletas	Baja
Esmeril	Cables en mal estado	Media
angular	Desgaste de carbones	Baja
Buril eléctrico	Cables en mal estado	Media
	Desgaste de carbones	Baja
	Fugas de gases	Media
Equipo de	Reguladores en mal estado	Baja
oxicorte	Mangueras en mal estado	Baja
Carrito de	Fallas eléctricas	Baja
oxicorte	Fugas de gases	Media
Dobladora	Fugas hidráulicas	Alta
hidráulica para		
tubo	Pérdida de fuerza	Media

3.1.1. Diagrama de Ishikawa para identificar las causas de la baja disponibilidad de los equipos



El presente diagrama permite determinar las causas de cada uno de los elementos que son las principales causas de paradas en los equipos y máquinas.

- **Métodos:** En la empresa de metalmecánica no existe un sistema de gestión de mantenimiento, además tampoco la existencia de procedimientos que estandaricen el mantenimiento de cada uno de los equipos.
- **Mano de obra:** Los colaboradores de la empresa realizan un uso inadecuado de los equipos y máquinas debido a una falta de capacitación y por ende una falta de personal designado para las tareas de mantenimiento.
- **Medida:** Se pudo encontrar la inexistencia de controles para un mantenimiento de equipos en la empresa, con lo que también la ausencia de formatos de inspección y control de mantenimientos y con ello la inexistencia de registro histórico de fallas y reparaciones, todo ello conlleva a una disminución de la disponibilidad en los equipos.
- **Maquinaria y equipo:** Actualmente hay una inexistencia de sistema de diagnóstico de indicadores de mantenimiento, además de la falta de herramientas necesarias que faciliten las labores de mantenimiento y sumado a esto la ausencia de procedimiento estándar de uso de equipos.
- **Material:** Existen pérdidas de herramientas y materiales que son pertinentes para ejecutar un adecuado mantenimiento a los equipos, además de ello no se registran formatos de control e inspección de las paradas de equipos.
- **Medio ambiente:** En muchas ocasiones, luego de una parada de equipo, al momento de realizar el mantenimiento correctivo no se cuenta con de los repuestos adecuados, asimismo, la organización de los equipos dentro de la planta, toma mucho tiempo en realizar los movimientos.

### **3.1.2. Diagnóstico de la variable independiente: Sistema de gestión de mantenimiento preventivo**

#### **Dimensión: Planificar**

Respecto a la dimensión planificación, en la empresa de metalmecánica, se ha determinado durante las visitas técnicas y recolección de información que existe efectividad en la programación de tareas, eventos, capacitaciones, etc. Sin embargo, las deficiencias que existen son al momento de ejecutarlas, puesto que, por la misma carga laboral, la mala coordinación con los encargados de cada actividad a realizar y la ausencia de una persona que se haga cargo y haga seguimiento los procesos, no se cumplen las metas, por tal motivo a continuación presentamos la problemática existente en la empresa en estudio, en base a indicadores:

#### **Indicador: % de ejecución de capacitación**

Como se comentó anteriormente, respecto al tema de las capacitaciones son programadas por el personal administrativo, pero en la empresa metalmecánica planificar y ejecutar son dos términos distantes, puesto que como se visualiza a continuación; únicamente se plantean todos los temas de capacitación durante el año y a pesar de ello no se logra realizar una buena coordinación con los empleados y con el encargado de exponer las charlas para con los colaboradores:

**Figura 1**

*Cronograma de capacitaciones internas*

<b>CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES INTERNAS</b>															
N°	Nombre del comité / reunión	Responsable	Hora de realización	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
1	Orden y limpieza en el área de trabajo	Alexander Intor	04:00 pm	5											
2	Señales de prevención de accidentes	Alexander Intor	05:00 pm		3										
3	Ergonomía - manufactura	Alexander Intor	05:00 pm			3									
4	Equipo de Protección para ojos y cara	Richard Muñoz	05:00 pm				19								
5	Prevención contra incendios	Richard Muñoz	04:00 pm					20							
6	Protección auditiva	Richard Muñoz	05:00 pm						8						
7	Protección de maquinaria - ruedas esmeriladoras/ abrasivas	Manuel Rudas	05:00 pm							13					
8	Seguridad con la maquinaria	Manuel Rudas	04:00 pm								25				
9	Equipo de protección personal	Manuel Rudas	04:00 pm									10			
10	Reforzando el comportamiento de seguridad	Jaime Huamán	05:00 pm										24		
11	Superficies de tránsito y trabajo - mantenimiento	Jaime Huamán	04:00 pm											23	
12	Entrenamiento en seguridad y salud	Jaime Huamán	05:00 pm												9

*Nota: El cronograma de capacitaciones fue recolectado del área administrativa de la empresa*



Teniendo en consideración, los registros de la metalmecánica, se procede a llevar a cabo a una tabla los datos más importantes para realizar el cálculo del indicador planteado:

**Tabla 8**

*Capacitaciones*

N°	Nombre del comité / reunión	Realizada	
		Si	No
1	Orden y limpieza en el área de trabajo	X	
2	Señales de prevención de accidentes	X	
3	Ergonomía - manufactura		X
4	Equipo de Protección para ojos y cara	X	
5	Prevención contra Incendios - general	X	
6	Protección auditiva		X
7	Protección de maquinaria - ruedas esmeriladoras / abrasivas	X	
8	Seguridad con la maquinaria		X
9	Equipo de protección personal	X	
10	Reforzando el comportamiento de seguridad		X
11	Superficies de tránsito y trabajo - mantenimiento		X
12	Entrenamiento en seguridad y salud	X	
CONTEO		7	5

En resumen, el indicador se calculará con la siguiente formula, recomendada por Gutiérrez (2018).

$$\text{Indicador: } \frac{\text{Cantidad de capacitaciones ejecutadas}}{\text{Total de capacitaciones}} * 100$$

$$\text{Indicador: } \frac{7}{12} * 100$$

$$\text{Indicador: } 58\%$$

Se asume que el incumplimiento de las capacitaciones es elevado estando cerca de la mitad del cumplimiento de la programación, esto indica que se deben tomar acciones

necesarias para que se pueda cumplir todo lo que se programa en la empresa y por ende, los empleados se encuentren más capacitados para realizar sus labores diarias.

**Dimensión: Hacer**

**Indicador: N° de horas de Mantenimiento programado**

De igual manera, si se observa desde el punto de vista de programación de horas de mantenimiento, el personal administrativo cumple con su labor de realizar una programación del mantenimiento, pero por motivos operativos no se llegan a ejecutar dicha programación:

**Figura 2**

*Cronograma de mantenimiento programado*

<b>CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO</b>				
N°	EQUIPOS	CANTIDAD	FECHA DE MANTTO	HORAS PROGRAMADAS
1	Torno	4	05-01-21	4 horas
2	Fresadora	2	13-01-21	7 horas
3	Mandrinadora	1	18-01-21	6 horas
4	taladro Radial	1	23-03-21	5 horas
5	Taladro de columna	1	27-03-21	7 horas
6	Sierra eléctrica	1	10-04-21	7 horas
7	Máquina de Soldar	8	05-05-21	5 horas
8	Prensa	1	07-05-21	3 horas
9	Plegadora	1	15-05-21	3 horas
10	Cizalla eléctrica	1	03-06-21	4 horas
11	Puente grúa	2	17-06-21	5 horas
12	Compresora de aire	1	16-08-21	4 horas
13	Esmeril de banco	2	12-02-22	5 horas
14	Esmeril angular	8	16-03-22	6 horas
15	Buril eléctrico	2	31-03-22	8 horas
16	Equipo de oxicorte	1	10-04-22	7 horas
17	Carrito de oxicorte	1	27-06-22	8 horas
18	Dobladora hidráulica para tubo	2	02-07-22	8 horas

*Nota: El cronograma de mantenimientos fue recolectado del área administrativa de la empresa*

Tras resumir la anterior figura, con los detalles necesarios para la presente investigación, se tiene los siguientes datos:

**Tabla 9**

*Horas programadas de mantenimiento*

N°	Equipos	Horas Programadas
1	Tornos	4 horas
2	Fresadora	7 horas
3	Mandrinadora	6 horas
4	Taladro Radial	5 horas
5	Taladro de columna	7 horas
6	Sierra eléctrica	7 horas
7	Máquina de Soldar	5 horas
8	Prensa	3 horas
9	Plegadora	3 horas
10	Cizalla eléctrica	4 horas
11	Puente grúa	5 horas
12	Compresora de aire	4 horas
13	Esmeril de banco	5 horas
14	Esmeril angular	6 horas
15	Buril eléctrico	8 horas
16	Equipo de oxicorte	7 horas
17	Carrito de oxicorte	8 horas
18	Dobladora hidráulica para tubo	8 horas
CONTEO		102 horas

De esta manera, al tener los datos mostrados en la anterior tabla, se realizará el cálculo del indicador, de la siguiente forma:

***Indicador:  $\Sigma$  horas de mantto por cada equipo***

*Indicador: 4 horas + 7 horas + 6 horas + 5 horas + 7 horas + 7 horas  
+ 5 horas + 3 horas + 3 horas + 4 horas + 5 horas + 4 horas  
+ 5 horas + 6 horas + 8 horas + 7 horas + 8 horas + 8 horas*

*Indicador: 102 horas*

En efecto, el personal administrativo asume que en teoría debería existir un total de 102 horas anuales de mantenimiento preventivo para minimizar las paradas de equipo y garantizar una mayor operatividad de los mismos.

**Dimensión: Verificar**

Tal como se describió en la dimensión anterior, los términos de planificar y ejecutar no se encuentran en sintonía en la empresa metalmecánica, pues el personal administrativo cumple con su labor de programar las horas de mantenimiento a lo largo del periodo anual. Sin embargo, el jefe de taller es el encargado de que garantice el cumplimiento de dicha programación, pero por motivos de carga laboral, y se dedique a labores únicamente operativas más no a verificar los pendientes que tiene, surge que los mantenimientos no se ejecuten en su totalidad:

**Indicador: N° de horas de mantenimiento ejecutado**

Al recopilar la información para registrar los mantenimientos que realmente se ejecutaron en la empresa metalmecánica, se registraron en la siguiente figura donde el cuadro sin color con el check indica que el mantenimiento se realizó y los cuadros de color rojo, evidencian de que no hubo ningún mantenimiento al equipo destinado.

Figura 3

Mantenimiento ejecutado

MANTENIMIENTO EJECUTADO															
N°	Equipos	Cantidad	Fecha de mantto	Horas programadas	2021						2022				
					Ene	Mar	Abr	May	Jun	Ago	Feb	Mar	Abr	Jun	Jul
1	Torno	4	05-01-21	4 horas	✓										
2	Fresadora	2	13-01-21	7 horas	✓										
3	Mandrinadora	1	18-01-21	6 horas	x										
4	taladro Radial	1	23-03-21	5 horas		x									
5	Taladro de columna	1	27-03-21	7 horas		✓									
6	Sierra eléctrica	1	10-04-21	7 horas			✓								
7	Máquina de Soldar	8	05-05-21	5 horas				x							
8	Prensa	1	07-05-21	3 horas				✓							
9	Plegadora	1	15-05-21	3 horas				x							
10	Cizalla eléctrica	1	03-06-21	4 horas					x						
11	Puente grúa	2	17-06-21	5 horas					✓						
12	Compresora de aire	1	16-08-21	4 horas						✓					
13	Esmeril de banco	2	12-02-22	5 horas							✓				
14	Esmeril angular	8	16-03-22	6 horas								x			
15	Buril eléctrico	2	31-03-22	8 horas								x			
16	Equipo de oxicorte	1	10-04-22	7 horas									✓		
17	Carrito de oxicorte	1	27-06-22	8 horas										✓	
18	Dobladora hidráulica	2	02-07-22	8 horas											✓

Nota: La ejecución de mantenimiento fue recolectado del contraste realizado entre los documentos administrativos y la parte operativa de la empresa.

Asimismo, se tomaron los siguientes datos únicamente necesarios para realizar el cálculo del indicador con mención al número de horas de mantenimiento correctivo que se ejecutaron en los años 2021 y 2022

**Tabla 10**

*Horas ejecutadas de mantenimiento*

N°	EQUIPOS	Horas ejecutadas
1	Tornos	4 horas
2	Fresadora	7 horas
5	Taladro de columna	7 horas
6	Sierra eléctrica	7 horas
8	Prensa	3 horas
11	Puente grúa	5 horas
12	Compresora de aire	4 horas
13	Esmeril de banco	5 horas
16	Equipo de oxicorte	7 horas
17	Carrito de oxicorte	8 horas
18	Dobladora hidráulica para tubo	8 horas
<b>CONTEO</b>		<b>65 horas</b>

De esta manera, al tener los datos mostrados en la anterior tabla, se realizará el cálculo del indicador, se la siguiente forma:

***Indicador:  $\Sigma$  horas de mantto ejecutado por cada equipo***

*Indicador: 4 horas + 7 horas + 7 horas + 7 horas + 3 horas + 5 horas*

*+ 4 horas + 5 horas + 7 horas + 8 horas + 8 horas*

*Indicador: 65 horas*

En este caso se visualiza que, en efecto, de las 102 horas que en teoría deberían de realizarse, solo se llevan a cabo un total de 65 horas en los equipos de la tabla mostrada.

### **Dimensión: Actuar**

En la presente dimensión, se evaluará en términos porcentuales el nivel de ejecución de las actividades preventivas frente a lo teórico que plantea el personal administrativo en la empresa metalmecánica.

### **Indicador: % Del cumplimiento de Actividades preventivas**

Para el cálculo del indicador, se recopilarán los resultados de los datos encontrados en las tablas N° 9 y N° 10, lo cual se muestra a continuación:

**Tabla 11**

*Cumplimiento de actividades de mantenimiento*

Horas programadas de mantto	102
Horas ejecutadas de mantto	<b>65</b>

De esta manera, al tener los datos mostrados en la anterior tabla, se realizará el cálculo del indicador, se la siguiente forma:

$$\text{Indicador: } \frac{\text{Horas ejecutadas de mantto}}{\text{Horas programadas de mantto}}$$

$$\text{Indicador: } \frac{65 \text{ horas}}{102 \text{ horas}} = 64\%$$

El resultado muestra que efectivamente, de lo que en teoría debería existir un cumplimiento del 100%, únicamente se cumple el 64% de las actividades de mantenimiento preventivo programado para los equipos.



### 3.1.3. Diagnóstico de la variable dependiente: Disponibilidad de equipos

#### Dimensión: Operatividad

Para determinar la operatividad de los equipos de la empresa metalmecánica, primero se tendrán en cuenta el resumen de los datos recopilados mediante las fichas de observación de cada uno de los equipos de la empresa.

**Tabla 12**

*Datos de horas trabajadas, paradas de equipo y horas de paro de cada equipo.*

Equipos	Cantidad	Modelo	hrs. trabajadas por día	hrs. de trabajo por mes (24 días)	Horas de paro al mes	Cuántas veces paró al mes
Tornos	4	D-4044 Kaarst 2	3	72	15	4
Fresadora	2	FV 300	2	48	9	2
Mandrinadora	1	W 100	(6h.x 3 días seguidos x 2 veces al mes)	36	7	2
Taladro Radial	1	405 K 150	1	24	5	1
Taladro de columna	1	ZX-40	1	24	4	1
Sierra eléctrica	1	18H	(2h x 3 veces a la sem)	24	8	1
Máquina de Soldar	8	DC-600	3	72	7	2
Prensa	1	GENERICO	(2 h. x sem)	8	4	1
Plegadora	1	RG 240	1	24	7	2
Cizalla eléctrica	1	HST 31/13	1	24	12	4
Puente grúa	2	5 TON	2	48	14	2
Compresora de aire	1	2545D10	1	24	5	1
Esmeril de banco	2	SIN MODELO	1	24	6	2
Esmeril angular	8	DWE4314N-B2	2	48	7	4
Buril eléctrico	2	GGs 28 LCE	1	24	5	1
Equipo de oxicorte	1	CONTENDER EDGE 540	1	24	11	2
Carrito de oxicorte	1	VCM 200	2	48	5	1
Dobladora hidráulica para tubo	2	SIN MODELO	1	24	5	1

Ahora utilizando los datos de la tabla anterior a continuación se calcularán los indicadores que son los indispensables en toda gestión de mantenimiento y disponibilidad de equipos:

**Indicador: Tiempo medio entre fallas (MTBF)**

**Tabla 13**

*Tiempo medio entre fallas*

<b>Equipos</b>	<b>hrs. de trabajo por mes</b>	<b>Horas de paro al mes</b>	<b>Cuántas veces paró al mes</b>	<b>Nro. Horas de operación</b>	<b>Nro. Paradas correctivas</b>	<b>MTBF</b>
Tornos	72	15	4	57	4	14.25
Fresadora	48	9	2	39	2	19.5
Mandrinadora	36	7	2	29	2	14.5
Taladro Radial	24	5	1	19	1	19
Taladro de columna	24	4	1	20	1	20
Sierra eléctrica	24	8	1	16	1	16
Máquina de Soldar	72	7	2	65	2	32.5
Prensa	8	4	1	4	1	4
Plegadora	24	7	2	17	2	8.5
Cizalla eléctrica	24	12	4	12	4	3
Puente grúa	48	14	2	34	2	17
Compresora de aire	24	5	1	19	1	19
Esmeril de banco	24	6	2	18	2	9
Esmeril angular	48	7	4	41	4	10.25
Buril eléctrico	24	5	1	19	1	19
Equipo de oxicorte	24	11	2	13	2	6.5
Carrito de oxicorte	48	5	1	43	1	43
Dobladora hidráulica para tubo	24	5	1	19	1	19
			<b>TOTAL:</b>	484	34	14.23

El tiempo promedio entre fallas o también conocido por sus siglas MTBF, evalúa la confiabilidad de los equipos de la empresa, para ello es necesario tener los siguientes datos en la ecuación sugerida por (García, 2011).

$$\text{Indicador: } \frac{N^{\circ} \text{ de horas de operación de todos los equipos}}{N^{\circ} \text{ de paradas correctivas de todos los equipos}}$$

$$\text{Indicador: } \frac{484 \text{ horas}}{34 \text{ horas}}$$

$$\text{Indicador: } 14 \text{ horas}$$

De esta manera, se toma en cuenta que el tiempo promedio de falla para todos los equipos, en promedio es de 14 horas de uso. Más aún para tomar en cuenta a cada equipo se realizó la misma evaluación, mostrándose los datos a continuación

**Tabla 14**

*Tiempo medio entre fallas - resumen*

<b>EQUIPOS</b>	<b>MTBF</b>
Tornos	14.2 horas
Fresadora	19.5 horas
Mandrinadora	14.5 horas
Taladro Radial	19 horas
Taladro de columna	20 horas
Sierra eléctrica	16 horas
Máquina de Soldar	32.5 horas
Prensa	4 horas
Plegadora	8.5 horas
Cizalla eléctrica	3 horas
Puente grúa	17 horas
Compresora de aire	19 horas
Esmeril de banco	9 horas
Esmeril angular	10.2 horas
Buril eléctrico	19 horas
Equipo de oxicorte	6.5 horas
Carrito de oxicorte	43 horas
Dobladora hidráulica para tubo	19 horas

**Dimensión: Inactividad**

**Indicador: Tiempo medio de reparación (MTTR)**

**Tabla 15**

*Tiempo medio de reparación*

<b>Equipos</b>	<b>hrs. de trabajo por mes</b>	<b>Horas de paro al mes</b>	<b>Cuántas veces paró al mes</b>	<b>Tiempo de reparaciones correctivas</b>	<b>Nro. Reparaciones correctivas</b>	<b>MTTR</b>
Tornos	72	15	4	15	4	3.7
Fresadora	48	9	2	9	2	4.5
Mandrinadora	36	7	2	7	2	3.5
Taladro Radial	24	5	1	5	1	5
Taladro de columna	24	4	1	4	1	4
Sierra eléctrica	24	8	1	8	1	8
Máquina de Soldar	72	7	2	7	2	3.5
Prensa	8	4	1	4	1	4
Plegadora	24	7	2	7	2	3.5
Cizalla eléctrica	24	12	4	12	4	3
Puente grúa	48	14	2	14	2	7
Compresora de aire	24	5	1	5	1	5
Esmeril de banco	24	6	2	6	2	3
Esmeril angular	48	7	4	7	4	1.7
Buril eléctrico	24	5	1	5	1	5
Equipo de oxicorte	24	11	2	11	2	5.5
Carrito de oxicorte	48	5	1	5	1	5
Dobladora hidráulica para tubo	24	5	1	5	1	5
			<b>TOTAL:</b>	136	34	4

El tiempo medio de reparación o también conocido por sus siglas MTTR, evalúa la probabilidad de que un equipo con falla pueda ser reparado en el menor tiempo posible, para ello García (2011) sugiere aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Indicador: } \frac{\text{Tiempo total de reparaciones}}{\text{N}^\circ \text{ de reparaciones correctivas}}$$

$$\text{Indicador: } \frac{136 \text{ horas}}{34 \text{ horas}}$$

$$\text{Indicador: } 4 \text{ horas}$$

En consecuencia, el resultado refleja el tiempo promedio de reparación de todos los equipos, el cual es de 4 horas. Pero, para realizarlo de una manera más específica, evidenciado el MTTR por cada equipo, se realizó la siguiente evaluación:

**Tabla 16**

*Tiempo medio de reparación - resumen*

EQUIPOS	MTTR
Tornos	3.7 horas
Fresadora	4.5 horas
Mandrinadora	3.5 horas
Taladro Radial	5 horas
Taladro de columna	4 horas
Sierra eléctrica	8 horas
Máquina de Soldar	3.5 horas
Prensa	4 horas
Plegadora	3.5 horas
Cizalla eléctrica	3 horas
Puente grúa	7 horas
Compresora de aire	5 horas
Esmeril de banco	3 horas
Esmeril angular	1.7 horas
Buril eléctrico	5 horas
Equipo de oxicorte	5.5 horas
Carrito de oxicorte	5 horas
Dobladora hidráulica para tubo	5 horas

**Dimensión: Disponibilidad**

**Indicador: % de disponibilidad**

**Tabla 17**

*Disponibilidad de equipos*

<b>Equipos</b>	<b>hrs. de trabajo por mes</b>	<b>Horas de paro al mes</b>	<b>Cuantas veces paró al mes</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>DISPONIBILIDAD</b>
Tornos	72	15	4	14.25	3.7	79%
Fresadora	48	9	2	19.5	4.5	81%
Mandrinadora	36	7	2	14.5	3.5	81%
Taladro Radial	24	5	1	19	5	79%
Taladro de columna	24	4	1	20	4	83%
Sierra eléctrica	24	8	1	16	8	67%
Máquina de Soldar	72	7	2	32.5	3.5	90%
Prensa	8	4	1	4	4	50%
Plegadora	24	7	2	8.5	3.5	71%
Cizalla eléctrica	24	12	4	3	3	50%
Puente grúa	48	14	2	17	7	71%
Compresora de aire	24	5	1	19	5	79%
Esmeril de banco	24	6	2	9	3	75%
Esmeril angular	48	7	4	10.25	1.7	85%
Buril eléctrico	24	5	1	19	5	79%
Equipo de oxicorte	24	11	2	6.5	5.5	54%
Carrito de oxicorte	48	5	1	43	5	90%
Dobladora hidráulica para tubo	24	5	1	19	5	79%
			<b>TOTAL:</b>	294	80	79%

La disponibilidad (A) de los equipos, muestra la probabilidad de que los equipos se encuentren trabajando de manera continua y satisfactoriamente. Tomando en cuenta la sugerencia de García (2011) es necesario aplicar la siguiente fórmula, con los datos anteriormente ya calculados:

$$\text{Indicador: } \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

$$\text{Indicador: } \frac{294 \text{ horas}}{294 \text{ horas} + 80 \text{ horas}}$$

$$\text{Indicador: } 79\%$$

Existe un 79% de disponibilidad actualmente en todos los equipos de la empresa metalmecánica. Para agregar a ello, siguiendo la secuencia trabajada con los indicadores anteriores, se muestra el siguiente análisis por cada equipo:

**Tabla 18**

*Disponibilidad de equipos - resumen*

<b>EQUIPOS</b>	<b>DISPONIBILIDAD</b>
Tornos	79%
Fresadora	81%
Mandrinadora	81%
Taladro Radial	79%
Taladro de columna	83%
Sierra eléctrica	67%
Máquina de Soldar	90%
Prensa	50%
Plegadora	71%
Cizalla eléctrica	50%
Puente grúa	71%
Compresora de aire	79%
Esmeril de banco	75%
Esmeril angular	85%
Buril eléctrico	79%
Equipo de oxicorte	54%
Carrito de oxicorte	90%
Dobladora hidráulica para tubo	79%

### 3.1.4. Matriz operacionalización de variables con diagnóstico

**Tabla 19**

*Matriz de operacionalización de variables*

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	RESULTADOS
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Sistema de gestión de mantenimiento preventivo	Según (Shkiliova y Sanchez, 2011) es la realización de intervenciones con carácter profiláctico según una programación con el objetivo de disminuir la cantidad de fallos aleatorios. Son intervenciones típicas de este sistema y hasta las propias reparaciones de cualquier tipo, siempre que sean planificadas previamente.	Planificar	% de ejecución de capacitación.	58%
			Hacer	N° de horas de Mantto programado	102 horas
			Verificar	N° de horas de mantenimiento ejecutado	65 horas
			Actuar	% Del cumplimiento de Actividades preventivas.	64%
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Disponibilidad de Equipos	Como indica (Flores, 2016) es una medida que nos indica cuánto tiempo está funcionando ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante el periodo en el que se desea que funcione. Esta solo puede aumentarse disminuyendo el tiempo fuera de servicio, lo cual es posible con la mejora de los sistemas administrativos, los procedimientos, la selección, el entrenamiento, la motivación del personal, la calidad y dotación de herramientas.	Operatividad	Tiempo medio entre fallas	14 horas
			Inactividad	Tiempo medio de reparación	4 horas
			Disponibilidad	% de disponibilidad	79%



### 3.2. Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento

**Tabla 20**

*Diseño del sistema de mantto*

<b>Etapa</b>	<b>Definición de la etapa</b>	<b>Responsable</b>	<b>Registro</b>
Planificar	Realización de análisis de conveniencia, formalización del protocolo de mantenimiento de mantenimiento enfocándose hacia la meta	Supervisor y Técnico encargado	Protocolo de mantenimiento
Hacer	Poner en marcha el sistema de mantenimiento preventivo como se planificó incluyendo la asignación de procedimientos y uso de recursos necesarios.	Supervisor y Técnico encargado	Cronograma de capacitación Cronograma de mantenimiento Orden de trabajo
Verificar	Revisar el cumplimiento de las actividades programadas, hacer seguimiento y mantener bajo control los procesos.	Supervisor y Técnico encargado	Registro de reuniones Informe técnico
Actuar	Realizar un análisis de observaciones y realizar mejora de procedimientos.	Supervisor y Técnico encargado	Reporte de inspección de pre uso

#### 3.2.1. Planificar:

Respecto a la planificación, en la empresa de metalmecánica, se ha determinado durante las visitas técnicas y recolección de información que existe programación de tareas, eventos, capacitaciones, etc. Sin embargo, las deficiencias que existen son que las tareas de mantenimiento no se ejecutan por la misma carga laboral y la mala coordinación con los encargados de cada actividad a realizar, además los eventos y capacitaciones no están orientados al cuidado y mantenimiento de equipos.

Por lo que se propone una serie de pasos a seguir los cuales se detallan en el siguiente protocolo:

## **PROTOCOLO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE EQUIPOS**

### **I. PRESENTACIÓN**

Uno de los objetivos de la empresa metalmecánica es la fabricación, reparación y mantenimiento de componentes solicitados por sus clientes para poder obtener la máxima rentabilidad esta tiene realizarlo en el menor tiempo posible para lo cual tiene que contar con una buena disponibilidad de equipos.

Necesariamente, todas las personas involucradas que intervienen en la planificación, ejecución y supervisión de las tareas de mantenimiento deben estar correctamente entrenadas y consientes de la importancia que representa la eficiencia de los equipos y se pueda realizar un adecuado proceso de mantenimiento preventivo.

La adecuada aplicación del presente documento sirve de base para poder cumplir con los diversos ordenamientos en la empresa.

El presente manual contiene objetivos, alcance, responsables, definiciones, y procedimientos. Es importante señalar que a fin de mantener actualizado el manual y estar en un proceso de mejora continua, se harán revisiones periódicas por parte del personal responsable de su ejecución y supervisión.

### **II. OBJETIVO**

Contar con un instrumento que oriente los procedimientos para poder brindar un adecuado cronograma de capacitaciones, cronograma de mantenimiento de equipos,

ordenes de trabajo, registro de reuniones, informes técnicos y reportes de inspección de pre uso. a fin de aumentar la disponibilidad de los equipos de la empresa.

### III. ALCANCE

Este instructivo es aplicable a las actividades desarrolladas para la realización de servicios que se prestan en diferentes proyectos y en planta de la empresa.

### IV. RESPONSABLES

**Responsable de Mantenimiento:** El responsable de mantenimiento tendrá que asistir a las capacitaciones, cumplir con el cronograma de mantenimiento mediante las ordenes de trabajo brindadas por su superior, para luego realizar el informe técnico en conjunto con el supervisor; Pudiendo delegar funciones a los asistentes y auxiliares del área. Solo el personal designado por medio de una ficha de orden de trabajo podrá estar involucrado en la tarea, en algún caso especial solo el responsable, podrá autorizar el ingreso del personal que no sea del área.

Además, el responsable del mantenimiento cumplirá y asegurará el estricto cumplimiento de este manual, pudiendo dispersar cualquier duda con su superior a cargo del área. Finalmente participará para las actualizaciones y mejoras del procedimiento cuando este sea necesario.

**Supervisor:** Responsable del estricto cumplimiento de los cronogramas de capacitación y mantenimiento, realizar las ordenes de trabajo, realizar el registro de reuniones e informes técnicos de los mantenimientos realizados para mantener un historial, debiendo apoyar brindando los formatos necesarios al personal. Además, realizará las actualizaciones y mejoras del procedimiento cuando este sea necesario.

**Gerente:** velar por su cumplimiento del presente procedimiento, autorizando y dando facilidades para el cumplimiento del mismo. Finalmente participara y aprobara las actualizaciones y mejoras del procedimiento cuando este sea necesario.

## V. PROCEDIMIENTO

Entre las finalidades del correcto desempeño del mantenimiento se encuentra el uso de los procedimientos, los cuales deben cumplirse para la buena ejecución del mismo y así evitar percances en el transcurso. Por ello contamos con los siguientes formatos:

1. Cronograma de capacitaciones (MP-P001)
2. Cronograma de mantenimiento de equipos (MP-P002)
3. Orden de trabajo (MP-P003)
4. Registro de reuniones (MP-P004)
5. Informe técnico (MP-P005)
6. Reporte de inspección de pre uso (MP-P006)

### 3.2.2. Hacer:

En esta parte del sistema luego de haber establecido el protocolo de mantenimiento en la parte de la planificación se tendrán que llevar a cabo los pasos allí señalados mediante los cronogramas de capacitación, cronograma de mantenimiento y ordenes de trabajo; Los cuales se detallan adelante:

#### **Cronograma de capacitación.**

Este cronograma de capacitaciones está establecido para un año con fechas tentativas que serían los primeros miércoles de cada mes los cuales se pueden modificar según se requiera, Los responsables de brindar el curso serían los mismos trabajadores con el propósito de hacerlos sentir comprometidos a los cuales se les brindaría la información y capacitación de manera anticipada por parte del supervisor, el que estará siempre acompañando todo el proceso y reforzando cada sesión. Los cursos se realizarán de manera ordenada de tal manera que en la primera y segunda reunión se brindará una introducción, orden y limpieza de todos los equipos, para que en las siguientes se trate a profundidad de cada uno de los equipos utilizados en la empresa, este orden de dictado de los cursos también se podrá ir modificando según las necesidades de la empresa.

**Figura 4**

Cronograma de capacitaciones internas

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES INTERNAS		
N° REGISTRO		CODIGO: (MP- P001)
		Versión: 01
FECHA:		15 de Enero del 2023
/ /		página 1 de 1

DATOS DEL EMPLEADOR:

RAZÓN SOCIAL:	RUC:	DOMICILIO:	ACTIVIDAD ECONOMICA:	N° TRABAJADORES:

N°	Nombre del curso	Responsable	Hora de realización	Meses												
				Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	Introducción al mantenimiento preventivo	Alexander Intor	05:00 pm	4												
2	Orden y limpieza de equipos	Alexander Intor	05:00 pm		8											
3	Tornos	Alexander Intor	05:00 pm			1										
4	Máquinas de Soldar	Richard Muñoz	05:00 pm				5									
5	Fresadoras y Mandrinadoras	Richard Muñoz	05:00 pm					3								
6	Taladro Radial y de columna	Richard Muñoz	05:00 pm						7							
7	Sierra eléctrica y buril eléctrico	Manuel Rudas	05:00 pm							5						
8	Plegadora y Cizalla eléctrica	Manuel Rudas	05:00 pm								2					
9	Puente grúya Compresora de aire	Manuel Rudas	05:00 pm									6				
10	Prensa y Dobladora hidráulica para tubo	Jaime Huamán	05:00 pm										4			
11	Esmeril de banco y Esmeril angular	Jaime Huamán	05:00 pm											8		
12	Equipo de oxicorte y carrito de oxicorte	Jaime Huamán	05:00 pm												6	

*Nota: El cronograma de capacitaciones fue modificado de él que cuenta la empresa*

### Cronograma de mantenimiento.

Luego de haber realizado las capacitaciones y los colaboradores conozcan los procedimientos se podrá disponer de la lista de cronogramas de mantenimiento para cada uno de los equipos de la empresa, los cuales contarán con la designación exacta de la tarea a realizar y el tiempo que se concederá.

**Figura 5**

*Cronograma de mantenimiento de equipos*

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 2 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Maquina de soldar	Limpieza con aire a presión; al bobinado del transformador	4 hrs						4 hrs		
	Lavado secado y barnizado al bobinado del transformador		8 hrs							
	Ajuste de los terminales en los bornes de conexión del transformador			2 hrs					2 hrs	
	Mediciones eléctricas de resistencia óhmica del bobinado de cobre				3 hrs					
	Pruebas de resistencia de aislamiento al bobinado del transformador trifásico de fase a masa					4 hrs				
	Limpieza y ajuste del tablero de control						3 hrs			3 hrs

*Nota: El cronograma de mantenimiento de equipos es exclusivo de cada equipo.*





### **3.2.3. Verificar:**

El objetivo en esta fase será la de revisar que se estén efectuando todos los pasos propuestos en el protocolo y esto se realizará mediante los registros de reuniones y los informes técnicos de mantenimiento.

#### **Registro de reuniones.**

En este registro se podrá tener un historial en el que podremos verificar, los temas de reuniones realizadas, expositores, quienes fueron los participantes en cada reunión, además de poder colocar observaciones para mejoras o temas propuestos, este formato se utilizará al inicio de cada curso, pero también se podrán utilizar en paradas de seguridad, charlas de emergencia o de inicio de guardia, estos formatos estarán a cargo del supervisor.

**Figura 7**

*Registro de reuniones y simulacros de emergencia*

REGISTRO DE REUNIONES Y SIMULACROS DE EMERGENCIA					CODIGO: (MP-P004) Versión: 01 15 de Enero del 2023 Página 1 de 1																																																																																																																																		
N° Registro			FECHA: / /																																																																																																																																				
DATOS DEL EMPLEADOR:																																																																																																																																							
RAZÓN SOCIAL:	RUC:	DOMICILIO:	ACTIVIDAD ECONÓMICA:	N° TRABAJADORES:																																																																																																																																			
MARCAR <input checked="" type="checkbox"/> :																																																																																																																																							
INDUCCIÓN <input type="checkbox"/>	CAPACITACIÓN <input type="checkbox"/>	CHARLA DE Pre Inicio de Turno <input type="checkbox"/>	PARADA DE SEGURIDAD <input type="checkbox"/>																																																																																																																																				
OTROS (Anotar): <input type="checkbox"/>																																																																																																																																							
EXPOSITOR:		CARGO:		CÓDIGO:																																																																																																																																			
TEMA:				FIRMA:																																																																																																																																			
ÁREA:		EMPRESA:																																																																																																																																					
SUPERVISOR:		HORA DE INICIO:	HORA DE TÉRMINO:	N° HORAS	N° ASISTENTES:																																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>DNI</th> <th>APELLIDOS Y NOMBRES</th> <th>EMPRESA</th> <th>FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>21</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>22</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>23</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						N°	DNI	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	FIRMA	1					2					3					4					5					6					7					8					9					10					11					12					13					14					15					16					17					18					19					20					21					22					23					24					25				
N°	DNI	APELLIDOS Y NOMBRES	EMPRESA	FIRMA																																																																																																																																			
1																																																																																																																																							
2																																																																																																																																							
3																																																																																																																																							
4																																																																																																																																							
5																																																																																																																																							
6																																																																																																																																							
7																																																																																																																																							
8																																																																																																																																							
9																																																																																																																																							
10																																																																																																																																							
11																																																																																																																																							
12																																																																																																																																							
13																																																																																																																																							
14																																																																																																																																							
15																																																																																																																																							
16																																																																																																																																							
17																																																																																																																																							
18																																																																																																																																							
19																																																																																																																																							
20																																																																																																																																							
21																																																																																																																																							
22																																																																																																																																							
23																																																																																																																																							
24																																																																																																																																							
25																																																																																																																																							
OBSERVACIONES:																																																																																																																																							

*Nota: Este registro de reuniones fue modificado del registro que cuenta la empresa*

### Informe técnico de mantenimiento.

Este informe de mantenimiento lo realizará el supervisor en compañía del técnico que realizó las tareas de mantenimiento al equipo, en el cual las describirán, se colocarán evidencias de un antes y después, además de recomendaciones a tener en cuenta.

### Figura 8

*Informe técnico de mantenimiento*

INFORME TECNICO DE MANTENIMIENTO			
N° REGISTRO		CODIGO: (MP- P001)	
		Versión: 01	
		15 de Enero del 2023	
		página 1 de 1	
Elaborado por:			
Telefono:		Firma:	
Empresa:			
Equipo:		Hora de inicio:	
Fecha:		Hora de termino:	
ITEM	Tarea realizada	Descripción	
1			
2			
3			
4			
Evidencias			
Antes del mantenimiento:		Despues del mantenimiento:	
Recomendaciones:			

*Nota: Este Informe de mantenimiento se puede usar con todos los equipos de la empresa*


3.2.4. Actuar:

Reporte de pre uso.

Con este formato se podrá hacer seguimiento a cada uno de los equipos de la empresa con lo que nos aseguraremos de manera rápida de que el equipo funciona correctamente siempre antes de cada uso, además de recopilar datos para su futuro análisis.

Figura 9

Reporte de pre uso.

		CHECK LIST DE MAQUINA DE SOLDAR					CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 2 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :						
Fecha:		/ /						
Hora de inicio:		Hora de termino:						
Inspección Trimestral:		amarillo <input type="checkbox"/>	negro <input type="checkbox"/>	azul <input type="checkbox"/>	rojo <input type="checkbox"/>	Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>	Mal Estado: X	No Aplica: NA
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	
1	Verificar enrollado y extendido de cable de alimentación en buenas condiciones	Máquina de soldar						 <ul style="list-style-type: none"> <li>· Interruptor Local/Remoto</li> <li>· Control de salida</li> <li>· Interruptor de modos de soldadura</li> <li>· Circuitos de protección</li> <li>· Terminales de salida ON o control remoto</li> <li>· Interruptor ON/OFF</li> <li>· Luz piloto de equipo encendido</li> <li>· Amperímetro / Voltímetro VRD™ (en algunos modelos)</li> </ul>
2	Verificar el chupón de conexión							
3	Verificar y constatar el voltaje de la máquina de soldar antes de empezar los trabajos							
4	Verificar que los terminales ,conectores positivo y negativo							
5	Verificar cables positivo y negativo que van hacia la tenaza por electrodo							
6	Verificar tablero de accionamiento (regulador de voltaje y amperaje) (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)							
7	Verificar el estado del carrito de transporte de la máquina							
8	Verificar el funcionamiento de las ruedas de la base de la máquina							
9	Verificar que el área donde se encuentra la máquina sea la adecuada							
10								
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								

Nota: Este check list de pre uso es exclusivo de cada equipo.

### 3.3. Estimación de mejoras del sistema de gestión de mantenimiento preventivo

Para lograr los objetivos de aumentar la disponibilidad se tiene que conseguir aplicar de manera eficaz el sistema de gestión de mantenimiento concretando al 100% las tareas propuestas mediante seguimiento y supervisión constante como también se muestra en un estudio similar a este, Manay y Tello (2020)

#### **Análisis de mejora en la dimensión: Planificar**

##### **Indicador: % de ejecución de capacitación**

Para que se logre concretar las capacitaciones en su totalidad; cabe mencionar que este será supervisado y firmado en cada capacitación que se dé.

De esta forma, se espera que se logre lo siguiente:

**Tabla 21**

*Capacitaciones*

N°	Nombre del comité / reunión	Realizada	
		Si	No
1	Introducción al mantenimiento preventivo	X	
2	Orden y limpieza de equipos	X	
3	Tornos	X	
4	Máquinas de Soldar	X	
5	Fresadoras y Mandrinadoras	X	
6	Taladro Radial y de columna	X	
7	Sierra eléctrica y buril eléctrico	X	
8	Plegadora y Cizalla eléctrica	X	
9	Puente grúay Compresora de aire	X	
10	Prensa y Dobladora hidráulica para tubo	X	
11	Esmeril de banco y Esmeril angular	X	
12	Equipo de oxicorte y carrito de oxicorte	X	
CONTEO		12	0

$$\text{Indicador: } \frac{\text{Cantidad de capacitaciones ejecutadas}}{\text{Total de capacitaciones}} * 100$$

$$\text{Indicador: } \frac{12}{12} * 100$$

$$\text{Indicador: } 100\%$$

En teoría, realizando una buena gestión y seguimiento a las capacitaciones propuestas, se estima que se logre un 100% de cumplimiento de las capacitaciones.

### **Análisis de mejora en la dimensión: Hacer**

#### **Indicador: N° de horas de Mantto programado**

Con el cronograma de horas de mantenimiento programado, se espera que en teoría se logre cumplir de acuerdo al cronograma mostrado en la figura 5., De esta manera, se tendrá el siguiente conteo de horas de mantenimiento en el total de equipos:

**Figura 10**

*Mantenimiento programado*

MANTENIMIENTO PROGRAMADO			
N°	Equipos	Cantidad	Horas programadas
1	Torno	4	36
2	Fresadora	2	34
3	Mandrinadora	1	25
4	taladro Radial	1	28
5	Taladro de columna	1	27
6	Sierra eléctrica	1	14
7	Máquina de Soldar	8	33
8	Prensa	1	13
9	Plegadora	1	14
10	Cizalla eléctrica	1	23
11	Puente grúa	2	30
12	Compresora de aire	1	20
13	Esmeril de banco	2	7
14	Esmeril angular	8	7
15	Buril eléctrico	2	7
16	Equipo de oxicorte	1	8
17	Carrito de oxicorte	1	14
18	Dobladora hidráulica para tubo	2	9

*Nota: Total de horas programadas por equipo.*

**Indicador:  $\Sigma$  horas de mantto por cada equipo**

*Indicador: 349 horas*

Se espera en efecto completar la cantidad de horas en su totalidad. Además, con ello se lograría reducir las horas de mantenimiento correctivo

**Análisis de mejora en la dimensión: Verificar**

De acuerdo a lo concerniente con la dimensión de verificar, se priorizará que el supervisor de mantenimiento sea el encargado de garantizar el cumplimiento de la programación propuesta en el indicador anterior.

**Indicador: N° de horas de mantenimiento ejecutado**

De esta manera, se proyecta que se cumplirá el cronograma de la siguiente manera durante el año de trabajo.

**Figura 11**

*Mantenimiento ejecutado*

MANTENIMIENTO EJECUTADO				
N°	Equipos	Cantidad	Horas programadas	2023
1	Torno	4	36	✓
2	Fresadora	2	34	✓
3	Mandrinadora	1	25	✓
4	taladro Radial	1	28	✓
5	Taladro de columna	1	27	✓
6	Sierra eléctrica	1	14	✓
7	Máquina de Soldar	8	33	✓
8	Prensa	1	13	✓
9	Plegadora	1	14	✓
10	Cizalla eléctrica	1	23	✓
11	Puente grúa	2	30	✓
12	Compresora de aire	1	20	✓
13	Esmeril de banco	2	7	✓
14	Esmeril angular	8	7	✓
15	Buril eléctrico	2	7	✓
16	Equipo de oxicorte	1	8	✓
17	Carrito de oxicorte	1	14	✓
18	Dobladora hidráulica para tubo	2	9	✓

*Nota: Se muestra el cumplimiento de todas las horas programadas.*

Por ello, calculando el promedio de los datos anteriormente mostrados se tendrá en resumen el siguiente, horas de ejecución de mantenimiento para cada equipo.

**Tabla 22**

*Horas ejecutadas de mantenimiento*

N°	Equipos	Horas ejecutadas
1	Torno	36 horas
2	Fresadora	34 horas
3	Mandrinadora	25 horas
4	Taladro Radial	28 horas
5	Taladro de columna	27 horas
6	Sierra eléctrica	14 horas
7	Máquina de Soldar	33 horas
8	Prensa	13 horas
9	Plegadora	14 horas
10	Cizalla eléctrica	23 horas
11	Puente grúa	30 horas
12	Compresora de aire	20 horas
13	Esmeril de banco	7 horas
14	Esmeril angular	7 horas
15	Buril eléctrico	7 horas
16	Equipo y carrito oxicorte	8 horas
17	Dobladora hidráulica para tubo	14 horas
18	Dobladora hidráulica para tubo	9 horas
<b>CONTEO</b>		<b>349 horas</b>



### Análisis de mejora en la dimensión: Actuar

#### Indicador: % Del cumplimiento de Actividades preventivas

**Tabla 23**

*Cumplimiento de actividades de mantenimiento*

Horas programadas de mantenimiento	349
Horas ejecutadas de mantenimiento	<b>349</b>

De esta manera, al tener los datos mostrados en la anterior tabla, se realizará el cálculo del indicador, se la siguiente forma:

$$\text{Indicador: } \frac{\text{Horas ejecutadas de mantto}}{\text{Horas programadas de mantto}}$$

$$\text{Indicador: } \frac{349 \text{ horas}}{349 \text{ horas}} = 100\%$$

El resultado muestra que efectivamente existirá un cumplimiento del 100%,

**3.3.1. Análisis de mejora en la variable dependiente: Disponibilidad de equipos**

Para realizar este análisis se tomó como referencia el promedio de aumento de disponibilidad que obtuvieron mediante la aplicación de un plan o sistema de mantenimiento preventivo otros trabajos, similares a este los cuales fueron el estudio de Quiroz y Revilla (2021) aumento de disponibilidad del 13.54%, Asis y Coronel (2021) con 11% y Rosenthal junto a Mendoza (2022) con 7.55%.

**Dimensión: Operatividad**

**Indicador: Tiempo medio entre fallas (MTBF)**

**Tabla 24**

*Tiempo medio entre fallas*

Equipos	hrs. de trabajo por mes	Horas de paro al mes	Cuántas veces paró al mes	Nro. Horas de operación	Nro. Paradas correctivas	MTBF
Tornos	72	7	1	65	1	65
Fresadora	48	4	1	44	1	44
Mandrinadora	36	3	1	33	1	33
Taladro Radial	24	3	1	21	1	21
Taladro de columna	24	2	1	22	1	22
Sierra eléctrica	24	4	1	20	1	20
Máquina de Soldar	72	3	1	69	1	69
Prensa	8	2	1	6	1	6
Plegadora	24	3	1	21	1	21
Cizalla eléctrica	24	5	1	19	1	19
Puente grúa	48	6	1	42	1	42
Compresora de aire	24	2	1	22	1	22
Esmeril de banco	24	3	1	21	1	21
Esmeril angular	48	3	1	45	1	45
Buril eléctrico	24	2	1	22	1	22
Equipo de oxicorte	24	4	1	20	1	20
Carrito de oxicorte	48	3	1	45	1	45
Dobladora hidráulica para tubo	24	3	1	21	1	21
			TOTAL:	558	18	31

En efecto, el análisis del tiempo promedio para la falla reducirá el número de paradas correctivas, por lo que se tendrá el siguiente calculo:

$$\text{Indicador: } \frac{558 \text{ horas de operacion}}{18 \text{ paradas correctivas}}$$

*Indicador: 31 horas*

El tiempo promedio de falla para todos los equipos será de 31 horas.

Llevando a cabo la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo propuesto, las paradas de equipos se darían en un aproximado de 31 horas y reduciéndose a una falla por equipo al mes, lo que resultaría muy beneficioso para el área productiva de la empresa.

**Dimensión: Inactividad**

**Indicador: Tiempo medio de reparación**

**Tabla 25**

*Tiempo medio de reparación*

Equipos	hrs. de trabajo por mes	Horas de paro al mes	Cuántas veces paró al mes	Tiempo de reparaciones correctivas	Nro. Reparaciones correctivas	MTTR
Tornos	72	7	1	7	1	7
Fresadora	48	4	1	4	1	4
Mandrinadora	36	3	1	3	1	3
Taladro Radial	24	3	1	3	1	3
Taladro de columna	24	2	1	2	1	2
Sierra eléctrica	24	4	1	4	1	4
Máquina de Soldar	72	3	1	3	1	3
Prensa	8	2	1	2	1	2
Plegadora	24	3	1	3	1	3
Cizalla eléctrica	24	5	1	5	1	5
Puente grúa	48	6	1	6	1	6
Compresora de aire	24	2	1	2	1	2
Esmeril de banco	24	3	1	3	1	3
Esmeril angular	48	3	1	3	1	3
Buril eléctrico	24	2	1	2	1	2
Equipo de oxicorte	24	4	1	4	1	4
Carrito de oxicorte	48	3	1	3	1	3
Dobladora hidráulica para tubo	24	3	1	3	1	3
			<b>TOTAL:</b>	<b>62</b>	<b>18</b>	<b>3</b>

$$\text{Indicador: } \frac{62 \text{ horas}}{18 \text{ horas}}$$

*Indicador: 3 horas*

Se logrará tener un tiempo promedio de reparación de todos los equipos de 3.44 horas.

**Dimensión: Disponibilidad**

**Indicador: % de disponibilidad**

**Tabla 26**

*Disponibilidad de equipos*

<b>Equipos</b>	<b>hrs. de trabajo por mes</b>	<b>Horas de paro al mes</b>	<b>Cuantas veces paró al mes</b>	<b>MTBF</b>	<b>MTTR</b>	<b>DISPONIBILIDAD</b>
Tornos	72	7	4	65	7	90%
Fresadora	48	4	2	44	4	92%
Mandrinadora	36	3	2	33	3	92%
Taladro Radial	24	3	1	21	3	88%
Taladro de columna	24	2	1	22	2	92%
Sierra eléctrica	24	4	1	20	4	83%
Máquina de Soldar	96	3	2	69	3	96%
Prensa	8	2	1	6	2	75%
Plegadora	24	3	2	21	3	88%
Cizalla eléctrica	24	5	4	19	5	79%
Puente grúa	48	6	2	42	6	88%
Compresora de aire	24	2	1	22	2	92%
Esmeril de banco	24	3	2	21	3	88%
Esmeril angular	48	3	4	45	3	94%
Buril eléctrico	24	2	1	22	2	92%
Equipo de oxicorte	24	4	2	20	4	83%
Carrito de oxicorte	72	3	1	45	3	94%
Dobladora hidráulica para tubo	24	3	1	21	3	88%
			<b>TOTAL:</b>	<b>558</b>	<b>62</b>	<b>90%</b>

De esta forma, se espera que la disponibilidad de los equipos sea de:

$$\text{Indicador: } \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

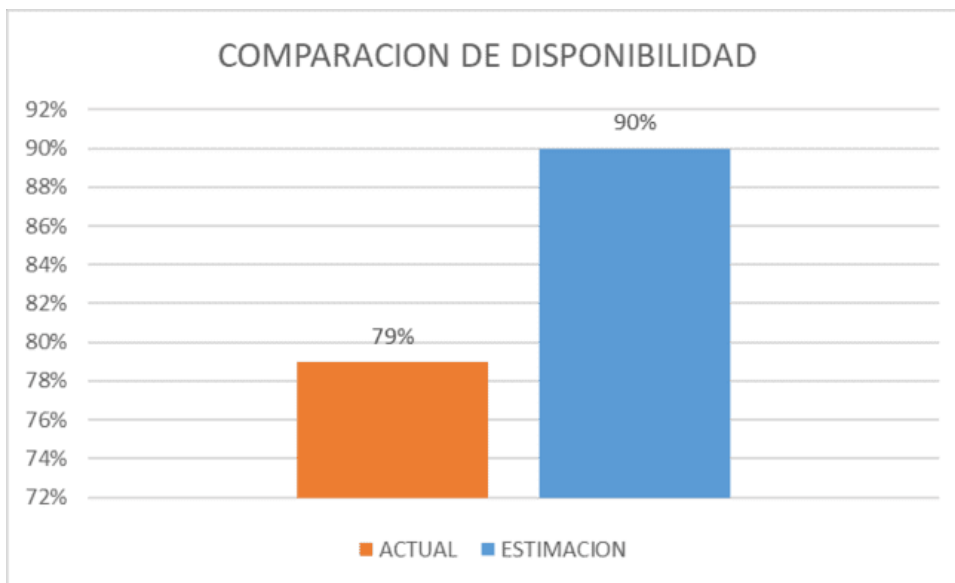
$$\text{Indicador: } \frac{558 \text{ horas}}{558 \text{ horas} + 62 \text{ horas}}$$

$$\text{Indicador: } 90\%$$

Con las mejoras propuestas, se espera que se logre por lo menos un 90% de disponibilidad de los equipos propuestos, lo que representaría una mejora de 11% de disponibilidad.

**Figura 12**

*Comparación de disponibilidad*



*Nota: La diferencia de la disponibilidad actual con la estimación es de 11%.*

### 3.3.2. Matriz operacionalización de variables comparativa con estimación de mejoras o medición proyectada.

**Tabla 27**

*Matriz de operacionalización de variables*

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	DIAGNOSTICO INICIAL	PROYECCIÓN
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Sistema de gestión de mantenimiento preventivo	Según (Shkiliova y Sanchez, 2011) es la realización de intervenciones con carácter profiláctico según una programación con el objetivo de disminuir la cantidad de fallos aleatorios.	Planificar	% de ejecución de capacitación.	58%	100%
			Hacer	Nº de horas de Mantto programado	102 horas	349 horas
			Verificar	Nº de horas de mantenimiento ejecutado	65 horas	349 horas
			Actuar	% Del cumplimiento de Actividades preventivas.	64%	100 %
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Disponibilidad de Equipos	Como indica (Flores, 2016) es una medida que nos indica cuánto tiempo está funcionando ese equipo o sistema operativo respecto de la duración total durante el periodo en el que se desea que funcione.	Operatividad	Tiempo medio entre fallas	14 horas	31 horas
			Inactividad	Tiempo medio de reparación	4 horas	3 horas
			Disponibilidad	% de disponibilidad	79 %	90 %



### 3.4. Análisis económico/financiero

La evaluación económica- financiera se realizó para determinar la viabilidad de la propuesta por medio de los ingresos y egresos, realizando una proyección desde la implementación hasta 5 años, además del flujo de caja y cálculo de indicadores con la finalidad de determinar si la propuesta es factible.

#### 3.4.1. Costos por implementación

En la siguiente tabla se detalla el costo por equipos y útiles de escritorio necesarios para implementar el sistema de gestión de mantenimiento en la empresa, esta lista de implementos se realizó teniendo en cuenta que la empresa ya cuenta con ambientes y espacios amplios disponibles y adecuados en donde se podría implementar fácilmente una oficina, limitándonos entonces a solicitar solamente lo faltante.

**Tabla 28**

*Costos por implementación*

ÍTEM	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL INVERSIÓN
<b>EQUIPOS Y ÚTILES DE OFICINA</b>				
Laptop core I5	1	Unidad	S/2,000.00	S/2,000.00
Celular	1	Unidad	S/500.00	S/500.00
Papel A4 (millar)	2	Millar	S/25.00	S/50.00
Lapiceros	1	Caja	S/15.00	S/15.00
Plumones	4	Unidad	S/2.00	S/8.00

Archivadores	3	Unidad	S/6.00	S/18.00
Perforador	1	Unidad	S/5.00	S/5.00
Engrapador	1	Unidad	S/5.00	S/5.00
Cinta de embalaje	2	Unidad	S/3.00	S/6.00
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>				<b>S/2,611.00</b>

### 3.4.2. Costos de personal

Se ha estimado el sueldo del personal para poder implementar el plan de mantenimiento preventivo, conociendo que la empresa cuenta con personal técnico calificado para realizar trabajos de mantenimiento, al cual solo le faltaría reforzamiento u especialización para fortalecer conocimientos técnicos acerca de los equipos con los que trabaja la empresa.

**Tabla 29**

*Costos por personal*

ÍTEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	NÚM. PERSONAS	TOTAL INVERSIÓN
Supervisor de mantenimiento	12	meses	S/.2,200.00	1	S/.26,400.00
<b>TOTAL GASTOS DE PERSONAL</b>					<b>S/.26,400.00</b>

### 3.4.3. Costos proyectados

A continuación, se realiza un análisis en base de los costos proyectados en 5 años desde la implementación del sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la empresa de metalmecánica.

**Tabla 30**

*Costos por incurrir en la propuesta de mejora*

ÍTEMS	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5
<b>EQUIPOS Y ÚTILES DE OFICINA</b>	S/ 2,611.00	S/ 111.00	S/ 111.00	S/ 111.00	S/ 111.00	S/ 111.00
Laptop core I5	S/ 2,000.00					
Celular	S/ 500.00					
Papel A4 (millar)	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 50.00	S/ 50.00
Lapiceros	S/ 15.00	S/ 15.00	S/ 15.00	S/ 15.00	S/ 15.00	S/ 15.00
Plumones	S/ 8.00	S/ 8.00	S/ 8.00	S/ 8.00	S/ 8.00	S/ 8.00
Archivadores	S/ 18.00	S/ 18.00	S/ 18.00	S/ 18.00	S/ 18.00	S/ 18.00
Perforador	S/ 5.00	S/ 5.00	S/ 5.00	S/ 5.00	S/ 5.00	S/ 5.00
Engrapador	S/ 5.00	S/ 5.00	S/ 5.00	S/ 5.00	S/ 5.00	S/ 5.00
Cinta de embalaje	S/ 6.00	S/ 6.00	S/ 6.00	S/ 6.00	S/ 6.00	S/ 6.00
Grapas	S/ 4.00	S/ 4.00	S/ 4.00	S/ 4.00	S/ 4.00	S/ 4.00
<b>GASTOS DE PERSONAL</b>	S/ 26,400.00	S/26,400.00	S/26,400.00	S/26,400.00	S/26,400.00	S/26,400.00
Supervisor de mantenimiento	S/ 26,400.00	S/ 26,400.00	S/ 26,400.00	S/ 26,400.00	S/ 26,400.00	S/ 26,400.00
<b>TOTAL, DE GASTOS</b>	S/ 29,011.00	S/26,511.00	S/26,511.00	S/26,511.00	S/26,511.00	S/26,511.00

### 3.4.4. Análisis de indicadores

Se muestran los costos de mano de obra por realizar reparaciones correctivas en los equipos de la empresa en un año.

En este análisis también se podrían considerar las pérdidas que surgen por parar la producción por culpa de las paradas inesperadas y los equipos dejan de producir, lo cual dependerá de lo que se esté fabricando en el momento de las paradas imprevistas, Lo que aumentaría el margen de beneficio por parte de la implementación del sistema de mantenimiento.

**Tabla 31**

*Costos por no incurrir en la propuesta de mejora*

Equipos	Cantidad	Modelo	costo reparación anual	
Tornos	4	D-4044 Kaarst 2	S/	6,900.00
Fresadora	2	FV 300	S/	3,010.00
Mandrinadora	1	W 100	S/	2,050.00
Taladro Radial	1	405 K 150	S/	1,700.00
Taladro de columna	1	ZX-40	S/	620.00
Sierra eléctrica	1	18H	S/	405.00
Máquina de Soldar	8	DC-600	S/	6,700.00
Prensa	1	GENERICO	S/	840.00
Plegadora	1	RG 240	S/	2,800.00
Cizalla eléctrica	1	HST 31/13	S/	2,100.00
Puente grúa	2	5 TON	S/	7,450.00
Compresora de aire	1	2545D10	S/	1,200.00
Esmeril de banco	2	SIN MODELO	S/	450.00
Esmeril angular	8	DWE4314N-B2	S/	800.00
Buril eléctrico	2	GGs 28 LCE	S/	400.00
Equipo de oxicorte	1	CONTENDER EDGE 540	S/	1,300.00
Carrito de oxicorte	1	VCM 200	S/	720.00
Dobladora hidráulica para tubo	2	SIN MODELO	S/	510.00
<b>TOTAL COSTOS</b>			S/	39,955.00
<b>Ingresos: S/</b>		39,955.00		

### 3.4.5. Egresos

**Tabla 32**

*Costos por incurrir en la propuesta de mejora*

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
S/29,011.00	S/26,511.00	S/26,511.00	S/26,511.00	S/26,511.00

### 3.4.6. Flujo de caja neto

A partir de los costes anteriores se realiza un flujo de caja neto proyectado a cinco años obteniéndose los siguientes resultados:

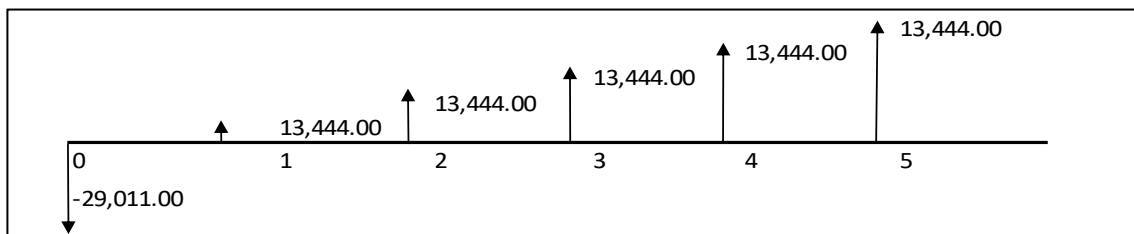
**Tabla 33**

*Flujo de caja neto*

AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-S/ 29,011.00	S/ 13,444.00	S/ 13,444.00	S/ 13,444.00	S/ 13,444.00	S/ 13,444.00

**Figura 13**

*Flujo de caja*



*Nota: El flujo de caja mostrado desde la implementación proyectado a 5 años.*

### 3.4.7. Indicadores financieros

Por último, se muestran los resultados obtenidos de los indicadores económicos, fundamentales en un análisis económico que son:

COK (costo de oportunidad del capital, VA (valor actual), VAN el cual debe ser mayor a cero, lo que implica que se podrá recuperar la inversión en un tiempo determinado. TIR (tasa interna de retorno) tiene que estar por encima de la tasa de inversión IR (índice de rentabilidad). Relación de beneficio costo.

- **COK:** 20.04%
- **VA:** S/.40,170.43
- **VAN:** S/.11,159.43
- **TIR:** 37%
- **IR:** 1.38

## CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

Con el objetivo de este estudio de mejorar la disponibilidad de equipos mediante la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo, ya que es la única forma de que los equipos se mantengan en condiciones óptimas de servicio, por lo que se está de acuerdo con el estudio de Quiroz y Revilla (2021) que en su tesis indica que luego de la implementación del mantenimiento preventivo incrementó la disponibilidad mecánica del 84.27% que se midió en el periodo 2019 a 97.81% en promedio desde marzo a diciembre 2020 con un aumento del 13.54%.

Del mismo modo Asis y Coronel (2021) Con la aplicación del sistema de mantenimiento preventivo mejora la operatividad y por consiguiente en la disponibilidad de los grupos electrógenos de la empresa Profakto SAC, en un 11% respecto al cálculo de la disponibilidad de los equipos antes de la aplicación de la mejora

Además, con el propósito de diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la empresa de metalmecánica y aumentar la disponibilidad de equipos se recurrió la herramienta de mejora continua PHVA el cual consta de cuatro fases: planificar, Realizar, verificar y actuar. Lo cual se asemeja parcialmente al estudio de Rosenthal y Mendoza (2022) El cual para la elaboración del Plan de Mantenimiento preventivo a fin de lograr incrementar la disponibilidad de los Equipos UPS de la empresa THALTACOM SACG, consideró 3 actividades vitales de mantenimiento (Inspección, Análisis de Cambio y Capacitación) establecidas en un cronograma de actividades, dicha implementación logró un aumento en la disponibilidad de 7.55%, actividades mencionadas que también están inmersas en este estudio.

Sin embargo, se discrepa un poco con Rojas (2022) quien indica que luego de la propuesta un sistema de mantenimiento preventivo que abarca las actividades a realizar

se determinó que la disponibilidad de las máquinas de una empresa constructora, Trujillo, incrementó 44% en la disponibilidad de equipos, lo que en comparación con los demás autores este porcentaje de mejora es demasiado alto.

En el desarrollo de esta investigación una limitación notable fue trabajar con la amplitud de la población que se tuvo que ver muy reducido en el tamaño de la muestra debido a que se trabajó solo con los equipos más significativos, que aún que estos no podrían ser representativos al 100% si mostrarían una alta confiabilidad de resultados.

Reconociendo que la disponibilidad de equipos es indispensable para el óptimo rendimiento de las empresas, se recomienda a futuros investigadores centrar sus esfuerzos en desarrollar investigación en otros temas que sumen a mejorar las disponibilidades de los equipos, entre las nuevas investigaciones pueden estar la Matriz AMFE, herramientas como TPM, las 5'S, mantenimiento autónomo, entre otras herramientas de mejora continua; además también pueden considerar las pérdidas que surgen por parar la producción por culpa de las paradas inesperadas, ya que esto ya no sucedería al implementar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo, en su lugar aumentaría aún más el margen de beneficio luego de la implementación.

#### **4.2. Conclusiones**

- Se determinó la situación actual de la disponibilidad de los equipos de la empresa metalmecánica, donde se obtuvo un 58% de ejecución de capacitaciones, 102 horas de mantenimiento programado, 65 horas de mantenimiento ejecutado, 64% de cumplimiento de actividades preventivas, 14 horas del tiempo medio entre fallas de los 18 tipos de equipos, 4 horas el tiempo promedio de reparación y un 79% de disponibilidad de los equipos.
- Se diseñó un sistema de gestión de mantenimiento preventivo en la empresa metalmecánica, el cual se basó en la herramienta de mejora continua PHVA

el cual consta de cuatro fases: planificar, Realizar, verificar y actuar, cada una de sus fases ordenada y organizada estratégicamente para obtener mejores resultados.

- La estimación de la mejora de la disponibilidad de los equipos y máquinas de la empresa, se realizó tomando como referencia el promedio de aumento de disponibilidad que obtuvieron mediante la aplicación de un plan o sistema de mantenimiento preventivo otros trabajos, similares a este los cuales fueron el estudio de Quiroz y Revilla (2021) aumento de disponibilidad del 13.54%, Asis y Coronel (2021) con 11% y Rosenthal junto a Mendoza (2022) con 7.55%; entonces, después del diseño del sistema de gestión de mantenimiento preventivo, fue de 42% de aumento en la ejecución de capacitaciones, 349 horas de mantenimiento programado y ejecutado, 100% de cumplimiento de actividades preventivas, 31 horas del tiempo medio entre fallas de los 18 equipos, 3 horas el tiempo promedio de reparación y un 90% de disponibilidad de los equipos.
- Se logró evaluar económicamente el diseño del sistema de gestión de mantenimiento, el cual muestra que es rentable a largo plazo y viable puesto que se obtuvo un valor actual neto de S/. 11,159.43 con una tasa interna de retorno de 37% y un índice de rentabilidad de 1.38 que muestra que por cada sol que se invierte, generará una rentabilidad de 0.38 soles.



## REFERENCIAS

- Alba Rosales, F. Y., & Chinchay Guerrero, W. E. (2019). Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos biomédicos-unidad cuidados intensivos, Hospital Víctor Ramos Guardia, Huaraz, 2018.
- Aliaga Basaldua, J. A. (2022). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo con la metodología rcm para incrementar la disponibilidad de las máquinas en línea de envasado latas en una empresa cervecera-Lima.
- Andrade Quiroz, R. H., & Ramos Ramos, M. A. (2020). Propuesta de la metodología RCM en la gestión de mantenimiento que permita mejorar la disponibilidad de la Línea de Chancado Primario en una empresa minera.
- Asis, G., & Coronel, W. (2021). Aplicación del sistema del mantenimiento preventivo para aumentar la operatividad de los grupos electrógenos en la empresa Profakto SAC [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/28313>
- Buenaño-Moyano, L. F., Villagrán-Cáceres, W. J., & Santillán-Mariño, C. J. (2019). Utilización de la auditoría de mantenimiento y el análisis de confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad (CMD) como herramientas para la identificación de problemas en la gestión de mantenimiento de locomotoras en empresas de ferrocarriles. *Revista Científica FIPCAEC (Fomento de la investigación y publicación en Ciencias Administrativas, Económicas y Contables)*. ISSN: 2588-090X. *Polo de Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP)*, 4(4), 171-198.
- Calixto, E. R., & Mendoza, J. L. (2022). Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos pesados en la empresa JM Soldaduras Cajamarca

[Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/31913>

Choque Illacutipa, D. (2022). Implementación de un plan de mantenimiento RCM para mejorar la disponibilidad de vehículos de acarreo en la Minera Veta Dorada SAC, 2021.

Chunga More, D., Hidalgo Delgado, G., & Pacherez Vines, K. (2020). Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para aumentar la disponibilidad de la chancadora giratoria.

Cotrina Guevara, R. (2020). Aplicación del mantenimiento productivo total TPM en plantas de tratamiento mineral: una revisión de la literatura científica.

Dominguez Soto, D. C. (2019). Implementación de un mantenimiento basado en el análisis de aceite para incrementar la disponibilidad de una excavadora Cat 336 de GYM-Tacna.

Flores, M. S. R., & Dumont, J. R. D. (2021). Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición. *Qantu Yachay*, 1(1), 59-66.

Flores, M., Medina, D., Vargas, D., & Remache-Vinueza, B. (2020). Asignación de modelos de mantenimiento basada en la criticidad y disponibilidad del equipo. *CienciAmérica*, 9(4), 27-34.

Geldres Marchena, R. R. (2020). Propuesta de Mejora del Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en RCM, para aumentar la disponibilidad del mezclador de dosificación de una empresa de alimentos balanceados acuicola.

González González, G. A., Fajardo Arévalo, S. A., & Rincón Bello, R. B. (2022). Propuesta para la implementación de estrategias de mantenimiento a equipos y herramientas de los centros de servicio y servicios in-house de la empresa Automundial SA.




- Herrera Vargas, A. R. (2019). Diseño de un plan de gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad mecánica de equipos en la empresa San Martín Contratistas Generales SA en el proyecto Tantahuatay 2018.
- Hinojoza Valdez, G. L., & Cangalaya Veliz, C. A. (2019). Sistema web utilizando microframework para el proceso de mantenimiento de los equipos de construcción en la empresa G&G Constructora EIRL.
- Indigoyen Aguilar, A. C. (2020). Mantenimiento centrado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad de la chancadora Sandvik ch870-Compañía Minera Milpo SAA.
- Intor, I. y Portal, C. (2017). Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos del área de servicios generales - empresa Ingesa SAC 2017 (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/11513>
- Jara Yalta, E. M., & Condori Portocarrero, Y. (2019). Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento predictivo y su relación con la disponibilidad mecánica de las excavadoras Hitachi 2500 en una empresa minera, 2018.
- Mamani Chipana, E. R. (2021). Mejora en la disponibilidad de equipos livianos dentro de la empresa especializada multiservicios s&h Perú en la unidad minera Tambomayo.
- Manay, F., & Tello, J. (2020). Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad mecánica de volquetes Mercedes Benz modelo Actros 3344k en la empresa Divemotor Cajamarca (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/24841>
- Martínez Calvay, R. (2019). Mantenimiento basado en la confiabilidad para incrementar la disponibilidad en línea de producción de la planta industrial ladrillos Lark—Lambayeque.

- Mayorca Alvarado, R. J. (2019). Propuesta de mejora de la disponibilidad de maquinaria pesada en una PYME utilizando el RCM.
- Mendoza, J. K., & Rosenthal, R. E. (2022). Aplicación de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de los equipos UPS de la empresa Theltacom SAC Lima-2022 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/32560>
- Muñoz Arriola, M. E. (2020). Propuesta de aplicación de indicadores de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos de una empresa constructora.
- Nacarino, J. R. (2022). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos médicos del área de hospitalización del Hospital Simón Bolívar de Cajamarca - 2021 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/32498>
- Pérez Hernández, Y., Vanega Osorio, R., Montero Sotolongo, F., Isaac, Z. J., & Caveda Medina, O. (2021). La capacitación del electromédico en gerencia para el mantenimiento a equipos médicos. *Educación Médica Superior*, 35(1).
- Perez Malca, R. N. (2022). Sistema de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de la sub estación de energía eléctrica de 2MVA con grupo electrógeno de la empresa Pesquera Ribaudó SAA.
- Quiroz, P. A., & Revilla, R. G. (2021). Mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad mecánica de los equipos en la planta de chancado de una empresa minera de Cajamarca 2021 (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/27345>

- Rojas, E. C. (2022). Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para incrementar la disponibilidad de máquinas en una empresa constructora. Trujillo, 2022 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/32442>
- Razuri Guanilo, J. C., & Ventura Llanos, E. (2020). El mantenimiento en el siglo XXI.
- Reynoso Calzada, J. S. (2021). Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo y su influencia en la disponibilidad mecánica en la línea blanca y amarilla de la Empresa Multiservicios San Francisco de Asís Yarusyacán-Pasco-2019.
- Rodriguez Ballena, A. R., & Santisteban Yesquen, J. E. (2021). Plan de gestión de mantenimiento para aumentar la disponibilidad de las unidades en la empresa TYMSAC.
- Rojas Gonzales, J. R. (2020). Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la planta de chancado de una unidad minera en La Libertad, 2019.
- Tasé-Velázquez, D. R., Camello-Lima, C. R., & Hernández-Mastrapa, L. (2020). Modelo para la gestión del mantenimiento de un sistema de fabricación híbrido con base en políticas corporativas y de producción. *EmTHYMÓS, Revista de Estudios Empresariales*, 1(2), 118-134.
- Tejada Gamarra, J. N. (2019). Propuesta de modelo de optimización de la disponibilidad de maquinaria y equipo del área de Maestranza de la empresa FAMAI, utilizando la metodología del Mantenimiento Productivo Total–TPM.
- Uribe, S. C. (2020). Aplicación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad para mejorar la disponibilidad de la máquina remalladora de una empresa textil.

ANEXOS

ANEXO n.º 1. CARTA DE AUTORIZACION DE USO DE INFORMACION:

<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA PARA OBTENCIÓN DE GRADO DE BACHILLER Y TÍTULO PROFESIONAL</b>		 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
yo <u>Fernando Carranza Mercado</u>					
identificado con DNI <u>18011375</u> en mi calidad de <u>Gerente General</u>					
del área de <u>Mantenimiento</u>					
de la empresa/institución					
<u>Factoría Industrial S.A.C.</u>					
con R.U.C. N° <u>20131609371</u> ubicada en la ciudad de <u>Cajamarca</u>					
<u>Av. Vía de evitamiento 2416</u>					
<b>OTORGO LA AUTORIZACIÓN,</b>					
Al señor <u>Héctor Ricardo Gutiérrez Llico</u>					
identificado con DNI N° <u>46260203</u> egresado/bachiller de la carrera de					
<u>Ingeniería Industrial</u> para que utilice la siguiente información de la empresa:					
<u>datos históricos del área de mantenimiento de la empresa,</u>					
<u>evidencias fotográficas y estado actual de los equipos y</u>					
<u>máquinas, además de información brindada por los colaboradores.</u>					
con la finalidad de que pueda desarrollar su Trabajo de Investigación para optar el grado de bachiller					
( ) o Tesis ( ) o Trabajo de Suficiencia Profesional ( ) para optar al grado de Bachiller ( ) o el Título					
Profesional ( ).					
Adjunto a esta carta, está la siguiente documentación:					
<input type="checkbox"/> Ficha RUC (Para Tesis o investigación para grado de bachiller)					
<input type="checkbox"/> Vigencia de Poder (Para Informes de Suficiencia profesional)					
<input type="checkbox"/> Otro (ROF, MOF, Resolución, etc. para el caso de empresas públicas válido tanto para Tesis,					
investigación para grado de bachiller e Informe de Suficiencia Profesional)					
Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o					
cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.					
<input type="checkbox"/> Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o					
<input type="checkbox"/> Mencionar el nombre de la empresa.					
 <b>Firma y sello del Representante Legal</b> DNI: <u>18011375</u>					
El Egresado o Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis					
o Trabajo de Suficiencia Profesional son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado					
será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; y asimismo, asumirá toda la responsabilidad					
ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.					
 <b>Firma del Egresado o Bachiller</b> DNI: <u>46260203</u>					
CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	03	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	13/09/2019				

**ANEXO n.º 2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:**


**Entrevista:**

Guía de Entrevista			
Lugar: Empresa Factoría Industrial SAC.			
Fecha: 02/08/22			
Objetivo: Analizar el estado actual de las máquinas y equipos			
Tema Planteado: Saber el porcentaje de disponibilidad de las máquinas y equipos			
Alcance: Supervisor del área de mantenimiento de la empresa			
Nº	Pregunta	SI	NO
1	Existe un plan de mantenimiento claramente definido		✓
2	La estructura organizacional del plan de mantenimiento permite cumplir con los trabajos de manera rápida y eficiente		✓
3	Cree usted que sea necesario un cambio en la estructura del plan de mantenimiento actual para permitir una mejor optimización y simplificación del tiempo de trabajo	✓	
4	Los mecánicos encargados del mantenimiento de la maquinaria de la empresa están preparados para realizar cualquier tipo de arreglo		✓
5	Se cumplen con los tiempos y plazos de entrega de pedidos		✓
6	El personal encargado del mantenimiento de la maquinaria de la empresa recibe una preparación constante		✓
7	Existe un presupuesto de costos para el mantenimiento	✓	
8	Este presupuesto es suficiente para dicha actividad	✓	
9	Los recursos humanos empleados para el mantenimiento de la maquinaria son suficiente		✓
10	Se encuentra con facilidad cualquier tipo de repuesto		✓
11	El personal de mantenimiento cuenta con el espacio adecuado para realizar las respectivas actividades de mantenimiento		✓
12	Se planifica la paralización de la maquinaria para su respectivo mantenimiento	✓	
13	Existen paradas imprevistas debido a fallas de las maquina		✓
14	Se lleva un registro de los servicios y mantenimiento que lleva cada equipo		✓
15	Los mecánicos y demás personal son capacitados constantemente		✓
16	Cuentan con un departamento que se encargue de abastecer los repuestos		✓
17	Se dispone de una data de todos los equipos para su respectivo mantenimiento		✓
18	El personal que labora son mano de obra calificada	✓	
19	Tienen y manejan un stock de inventario de repuestos		✓
20	Son cuidadosos con el medio ambiente	✓	
Entrevistado: <i>Lois Abanto Quispe</i>			



FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.  
Luis Abanto Quispe  
JEFE DE PLANTA



EQUIPOS	TIPO DE FALLA	FRECUENCIA		
		Bajo	Medio	Alta
Tornos	Ruptura de fajas			✓
	Desgaste de bancada		✓	
	Desgaste de Engranajes	✓		
Fresadora	Fugas hidráulicas		✓	
	Fallas eléctricas		✓	
Mandrinadora	Fallas eléctricas		✓	
Taladro Radial	Fugas hidráulicas			✓
	Falla en el freno de giro		✓	
	Desgaste de engranajes		✓	
Taladro de columna	Fallas eléctricas			✓
	Desgaste en tuerca de sujeción de piezas			✓
Sierra eléctrica	Obstrucción de drenaje de líquido refrigerante			✓
	Corte desviado de piezas			✓
Máquina de Soldar	Cables en mal estado			✓
	Tenaza dañada		✓	
	Fallas eléctricas		✓	
	porta electrodo dañado		✓	
	Toberas obstruidas			✓
Prensa	Fugas hidráulicas			✓
	Perdidas de presión		✓	
	Escape de piezas	✓		
Plegadora	Abolladuras en el dado			✓
	Cuchillas dobladas		✓	
	Fallas eléctricas		✓	
Cizalla eléctrica	Pelizcos en la cuchilla		✓	
	Fallas Eléctricas			✓
	Falla de Regulación de corte		✓	
Puente grúa	Fallas eléctricas	✓		
	Desgaste de cables	✓		
	Desgaste de engranajes	✓		
	Fugas hidráulicas		✓	
Compresora de aire	Fugas de aire en el equipo compresor		✓	
	Fugas de aire en el circuito	✓		
Esmeril de banco	Vibración excesiva		✓	
	Guardas rotas o incompletas	✓		
Esmeril angular	Cables en mal estado		✓	
	Desgaste de carbones	✓		
Boril eléctrico	Cables en mal estado		✓	
	Desgaste de carbones	✓		
Equipo de oxiacorte	Fugas de gases		✓	
	Reguladores en mal estado	✓		
	Mangueras en mal estado	✓		
Carrito de oxiacorte	Fallas eléctricas	✓		
	Fugas de gases		✓	
Dobladora hidráulica para	Fugas hidráulicas			✓
	Pérdida de fuerza		✓	
Entrevistado: Luis Abanto Quispe				
				





**FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.**

TRUJILLO  
Panamericana Norte Km. 562  
Telef.: (044) 248042 – 226380  
E-mail: [recursos@factoriaindustrial.com](mailto:recursos@factoriaindustrial.com)

CAJAMARCA  
Av. Via de evitamiento N°2416  
Telef.: (076) 366481 – 369758  
E-mail: [ventas.cajamarca@factoriaindustrial.com](mailto:ventas.cajamarca@factoriaindustrial.com)

CRONOGRAMA DE CAPACITACIONES INTERNAS															
N°	Nombre del comité / reunión	Responsable	Hora de realización	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
1	Orden y limpieza en el área de trabajo	Alexander Intor	04:00 pm	5											
2	Señales de prevención de accidentes	Alexander Intor	05:00 pm	3											
3	Ergonomía - manufactura	Alexander Intor	05:00 pm	3											
4	Equipo de Protección para ojos y cara	Richard Muñoz	05:00 pm		19										
5	Prevención contra incendios	Richard Muñoz	04:00 pm				20								
6	Protección auditiva	Richard Muñoz	05:00 pm					8							
7	Protección de maquinaria - ruedas esmeriladoras/ abrasivas	Manuel Rudas	05:00 pm						13						
8	Seguridad con la maquinaria	Manuel Rudas	04:00 pm							25					
9	Equipo de protección personal	Manuel Rudas	04:00 pm								10				
10	Reforzando el comportamiento de seguridad	Jaime Huamán	05:00 pm									24			
11	Superficies de tránsito y trabajo - mantenimiento	Jaime Huamán	04:00 pm											23	
12	Entrenamiento en seguridad y salud	Jaime Huamán	05:00 pm												9



FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.  
Luzmila Huamán  
JEFE DE PLANTA





## FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.

TRUJILLO

Panamericana Norte Km.562  
Telef.: (044) 248042 – 226380

E-mail: [repcion@factoriaindustrial.com](mailto:repcion@factoriaindustrial.com)

CAJAMARCA

Av. Vía de evitamiento N°2416  
Telef.: (076) 368481 – 369758

E-mail: [ventas.cajamarca@factoriaindustrial.com](mailto:ventas.cajamarca@factoriaindustrial.com)

### COSTOS DE REPARACION DE EQUIPOS AÑO 2022

Equipos	Cantidad	Modelo	costos mantenimiento correctivo	
Tornos	4	D-4044 Kaarst 2	S/	6,900.00
Fresadora	2	FV 300	S/	3,010.00
Mandrinadora	1	W 100	S/	2,050.00
Taladro Radial	1	405 K 150	S/	1,700.00
Taladro de columna	1	ZX-40	S/	620.00
Sierra eléctrica	1	18H	S/	405.00
Máquina de Soldar	8	DC-600	S/	6,700.00
Prensa	1	GENERICICO	S/	840.00
Plegadora	1	RG 240	S/	2,800.00
Cizalla eléctrica	1	HST 31/13	S/	2,100.00
Puente grúa	2	5 TON	S/	7,450.00
Compresora de aire	1	2545D10	S/	1,200.00
Esmeril de banco	2	SIN MODELO	S/	450.00
Esmeril angular	8	DWE4314N-B2	S/	800.00
Buril eléctrico	2	GGs 28 LCE	S/	400.00
Equipo de oxicorte	1	CONTENDER EDGE 540	S/	1,300.00
Carrito de oxicorte	1	VCM 200	S/	720.00
Dobladora hidráulica para tubo	2	SIN MODELO	S/	510.00
total:			S/	39,955.00



FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.  
Luis Abanto Quispa  
JEFE DE PLANTA

**Fichas de observación:** En esta sección se muestran las fichas en las que se recolectaron los datos acerca de las fallas encontradas en cada equipo durante el tiempo de estudio en la empresa esta consta de 18 fichas una por equipo.

**Figura 14.** Ficha de observación de Torno, página n°1.

EMPRESA METALMECANICA		Inicio de la observación:	10:00 AM			Personal Observado:	Alexander Intor	
		Fin de la observación:	01:25:00 PM					
		Tiempo Invertido:	3h 25 min.			Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	1			Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Torno		Horas de paro					Tiempo promedio	Tiempo Total
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
5 09 2022	Faja rota			x			3	11
12 09 2022	deterioro del circuito eléctrico				x		4	
20 09 2022	sellos deteriorados		x				2	
21 09 2022	succionador obstruido		x				2	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15.** Ficha de observación de Fresadora, página n°2.

EMPRESA METALMECANICA		Inicio de la observación:	02:00:00 PM			Personal Observado:	Alexander Intor	
		Fin de la observación:	04:00:00 PM					
		Tiempo Invertido:	2h 00 min.			Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	2			Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Fresadora		Horas de paro					Tiempo promedio	Tiempo Total
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
14 09 2022	deterioro del circuito eléctrico			x			3	7
15 09 2022	Sellos deteriorados				x		4	

Fuente: Elaboración propia.

*Figura 16. Ficha de observación de Mandrinadora, página n°3.*

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	10:00:00 AM			Personal Observado:	Richard Muñoz	
		Fin de la observación:	01:00:00 PM					
		Tiempo Invertido:	3h 00 min.			Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	3			Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Mandrinadora		Horas de paro					Tiempo promedio	Tiempo Total
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
6 09 2022	Deterioro del circuito eléctrico			x			3	5
29 09 2022	Calibración de posición		x				2	

*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 17. Ficha de observación de Taladro radial, página n°4.*

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	08:00:00 AM			Personal Observado:	Richard Muñoz	
		Fin de la observación:	10:15:00 PM					
		Tiempo Invertido:	2h 15 min.			Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	4			Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Taladro radial		Horas de paro					Tiempo promedio	Tiempo Total
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
9 09 2022	Sellos deteriorados			x			3	3

*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 18. Ficha de observación de Taladro de columna, página n°5.*

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	02:00:00 PM			Personal Observado:	Jaime Huamán	
		Fin de la observación:	05:00:00 PM					
		Tiempo Invertido:	3h 00 min.			Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	5			Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Taladro de columna		Horas de paro					Tiempo promedio	Tiempo Total
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
21 09 2022	Deterioro del circuito eléctrico		x				2	2

*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 19.** Ficha de observación de Sierra eléctrica, página n°6.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	09:00:00 AM					Personal Observado:	Jaime Huamán	
		Fin de la observación:	10:10:00 AM					Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
		Tiempo Invertido:	1h 10 min.					Herramienta de medición:	cronómetro	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	6							
EQUIPO: Sierra eléctrica		Horas de paro						Tiempo promedio	Tiempo Total	
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5				
12 09 2022	Succionador obstruido	x					1	4		
12 09 2022	deterioro del circuito electrico			x			3			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 20.** Ficha de observación de Máquina de soldar, página n°7.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	10:00 AM					Personal Observado:	Manuel Rudas	
		Fin de la observación:	01:00:00 PM					Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
		Tiempo Invertido:	3h 00 min.					Herramienta de medición:	cronómetro	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	7							
EQUIPO: Máquina de soldar		Horas de paro						Tiempo promedio	Tiempo Total	
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5				
8 09 2022	toberas obstruidas	x					1	4		
26 09 2022	Cables en mal estado			x			3			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 21.** Ficha de observación de Prensa, página n°8.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	09:00:00 AM					Personal Observado:	Richard Muñoz	
		Fin de la observación:	10:00:00 AM					Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
		Tiempo Invertido:	1h 00 min.					Herramienta de medición:	cronómetro	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	8							
EQUIPO: Prensa		Horas de paro						Tiempo promedio	Tiempo Total	
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5				
17 09 2022	Sellos deteriorados		x				2	2		

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 22.** Ficha de observación de Plegadora, página n°9.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	02:00:00 PM					Personal Observado:	Jaime Huamán	
		Fin de la observación:	03:00:00 PM							
		Tiempo Invertido:	1h 00 min.					Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	9					Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Plegadora		Horas de paro						Tiempo promedio	Tiempo Total	
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5				
6 09 2022	fallas eléctricas		x				2	4		
16 09 2022	Abolladuras en el dado de doblado y cuchillas dobladas		x				2			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 23.** Ficha de observación de Cizalla eléctrica, página n°10.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	03:00:00 PM					Personal Observado:	Manuel Rudas	
		Fin de la observación:	05:00:00 PM							
		Tiempo Invertido:	2h 00 min.					Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	10					Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Cizalla eléctrica		Horas de paro						Tiempo promedio	Tiempo Total	
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5				
10 09 2022	Pellizcos en la cuchilla	x					1	6		
15 09 2022	fallas eléctricas		x				2			
21 09 2022	material o desperdicios congestionados	x					1			
30 09 2022	cuchilla trabada		x				2			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 24.** Ficha de observación de Puente grúa, página n°11.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	08:00:00 AM					Personal Observado:	Jaime Huamán	
		Fin de la observación:	10:40:00 PM							
		Tiempo Invertido:	02h 40 min.					Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	11					Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Puente grúa		Horas de paro						Tiempo promedio	Tiempo Total	
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5				
20 09 2022	Desgaste prematuro de cables de levante			x			3	7		
20 09 2022	ruptura de freno				x		4			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 25.** Ficha de observación de Compresora de aire, página n°12.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	09:00:00 AM			Personal Observado:	Manuel Rudas	
		Fin de la observación:	10:00:00 AM					
		Tiempo Invertido:	1h 00 min.			Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	12			Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Compresora de aire		Horas de paro					Tiempo promedio	Tiempo Total
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
19 09 2022	Deterioro de cañerías					x	5	5

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 26.** Ficha de observación de Esmeril de banco, página n°13.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	09:00:00 AM			Personal Observado:	Jaime Huamán	
		Fin de la observación:	10:00:00 AM					
		Tiempo Invertido:	1h 00 min.			Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	13			Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Esmeril de banco		Horas de paro					Tiempo promedio	Tiempo Total
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
5 09 2022	Piedra deformada	x					1	3
23 09 2022	deterioro del circuito eléctrico		x				2	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 27.** Ficha de observación de Esmeril angular, página n°14.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	03:00:00 PM			Personal Observado:	Richard Muñoz	
		Fin de la observación:	05:00:00 PM					
		Tiempo Invertido:	2h 00 min.			Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	14			Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Esmeril angular		Horas de paro					Tiempo promedio	Tiempo Total
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
6 09 2022	guardas deformadas	x					1	5
13 09 2022	carbones gastados	x					1	
20 09 2022	botones de accionamiento defectuosos	x					1	
26 09 2022	Cables en mal estado		x				2	

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 28.** Ficha de observación de Buril eléctrico, página n°15.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	03:00:00 PM			Personal Observado:	Manuel Rudas	
		Fin de la observación:	05:00:00 PM				Realizado por:	Héctor Gutiérrez
		Tiempo Invertido:	2h 00 min.			Herramienta de medición:		cronómetro
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	15			Horas de paro		
EQUIPO: Buril eléctrico								
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
14 09 2022	Cables en mal estado				x		4	4

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 29.** Ficha de observación de Equipo de oxicorte, página n°16.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	08:00:00 AM			Personal Observado:	Richard Muñoz	
		Fin de la observación:	10:15:00 PM				Realizado por:	Héctor Gutiérrez
		Tiempo Invertido:	2h 15 min.			Herramienta de medición:		cronómetro
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	16			Horas de paro		
EQUIPO: Equipo oxicorte								
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
12 09 2022	Mangueras en mal estado		x				2	5
14 09 2022	manómetros defectuosos			x			3	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 30.** Ficha de observación de Carrito de oxicorte, página n°17.

<b>EMPRESA METALMECANICA</b>		Inicio de la observación:	02:00:00 PM			Personal Observado:	Richard Muñoz	
		Fin de la observación:	03:00:00 PM				Realizado por:	Héctor Gutiérrez
		Tiempo Invertido:	1h 00 min.			Herramienta de medición:		cronómetro
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	17			Horas de paro		
EQUIPO: Carrito oxicorte								
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
14 09 2022	Cables en mal estado				x		4	4

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 31** Ficha de observación de Dobladora eléctrica, página n°18.

EMPRESA METALMECANICA		Inicio de la observación:	02:00:00 PM			Personal Observado:	Jaime Huamán	
		Fin de la observación:	03:00:00 PM				Héctor Gutiérrez	
		Tiempo Invertido:	1h 00 min.			Realizado por:	Héctor Gutiérrez	
PROCESO: Parada de equipos		Ficha N°:	18			Herramienta de medición:	cronómetro	
EQUIPO: Dobladora hidráulica para tubo		Horas de paro					Tiempo promedio	Tiempo Total
Fecha	Motivo de paro	1	2	3	4	5		
28 09 2022	Sellos deteriorados				x		4	4

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO n.º 3. FOTOGRAFÍAS EN LA EMPRESA:** en las que se evidencia los mantenimientos correctivos relevantes que se realizaron durante la investigación.

*Figura 32. Reparación de manivelas fresadora número 1.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 33. Reparación de engranaje de selección de avance de fresadora número 1.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 34. Reparación de puente grúa número 1.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 35. Reparación de engranajes de fresadora número 1.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 36. Reparación de máquinas de soldar.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 37. Fuga hidráulica de dobladora de tubos.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 38. Reparación de dobladora hidráulica.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 39. Desmontaje de freno roto de puente grúa número 2.*



*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 40.** Reparación de freno de motor de puente grúa número 2.



*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 41.** Desmontaje de cable de puente grúa número 2.



*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 42. Reparación de sistema eléctrico de puente grúa número 2.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 43. Cambio de fajas del torno número 1.*



*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura 44. Reparación de freno de torno número 1.*



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 45. Cambio de aceite de mesa de avances de fresa número 1.*



*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 46.** Cañería de carga de compresora número 1 en mal estado, además de falta de limpieza del equipo.



*Fuente: Elaboración propia.*

**Figura 47.** Excesiva cantidad de agua en el tanque de compresora número 2 por falta de purgado del equipo.



*Fuente: Elaboración propia.*

*Figura 48. Reparación de taladro de columna, se rebobinó el motor.*



*Fuente: Elaboración propia.*



**ANEXO n.º 4. CRONOGRAMAS DE MANTENIMIENTO:** Aquí se pueden apreciar el cronograma completo de mantenimiento preventivo para cada equipo propuesto a la empresa el cual consta de 18 páginas.

**Figura 49.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Torno, página n.º1.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 1 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Torno	Medición de consumo de corriente	3 hrs								
	Calibración de posición		4 hrs							
	Comprobación de la seta de emergencia		1 hrs				1 hrs			
	Limpieza del cuadro eléctrico			3 hrs				3 hrs		
	Limpieza del depósito de aceite.				2 hrs					
	Revisión completa de herramientas		2 hrs			2 hrs			2 hrs	
	Reapriete de tornillos			2 hrs				2 hrs		
	Reparación de todas las averías y problemas de los que se tenga conocimiento	3 hrs				3 hrs				3 hrs

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 50.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Máquina de soldar, página n.º2.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 2 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Máquina de soldar	Limpieza con aire a presión; al bobinado del transformador	4 hrs						4 hrs		
	Lavado secado y barnizado al bobinado del transformador		8 hrs							
	Ajuste de los terminales en los bornes de conexión del transformador			2 hrs					2 hrs	
	Mediciones eléctricas de resistencia óhmica del bobinado de cobre				3 hrs					
	Pruebas de resistencia de aislamiento al bobinado del transformador trifásico de fase a masa					4 hrs				
	Limpieza y ajuste del tablero de control						3 hrs			3 hrs

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 51.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Fresadora, página n°3.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 3 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Fresadora	Lubricación de guías de cada eje con lubricante	2 hrs								
	Pruebas de movimiento y calibración de cada eje	2 hrs					2 hrs			
	Limpieza de depósito de líquido refrigerante y su respectivo filtro			2 hrs						
	Mantenimiento de accesorios				4 hrs					
	Realizar backup de información del computador de control					3 hrs				
	Limpieza general de la máquina						5 hrs			
	Verificación eléctrica, sensorica y motores							4 hrs		
	Mantenimiento de bomba de taladrina								2 hrs	
	Verificación de dados roscados de mesa		4 hrs							4 hrs

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 52.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Mandrinadora, página n°4.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 4 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Mandrinadora	Limpieza general de la máquina	5 hrs								
	Limpieza y cambio de aceite de las bombas de aceite		3 hrs			3 hrs				
	Revisión de funcionamiento de las bombas de aceite			3 hrs				3 hrs		
	Verificar desgaste de sistema de poleas						2 hrs		2 hrs	
	Verificar estado de cables (conexiones eléctricas)				2 hrs					2 hrs

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 53.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Taladro radial, página n°5.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA: / /							Versión: 01			
							15 de Enero del 2023			
							página 5 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Taladro Radial	Inspección sensorial	2 hrs					2 hrs			
	Lecturas y anotación de parámetros de funcionamiento		3 hrs							
	Tareas de lubricación			2 hrs				2 hrs		
	Verificación mecánica				2 hrs					
	Verificación eléctrica					4 hrs				
	Limpieza general de la máquina						3 hrs			
	Calibración de posición								3 hrs	
	Sustitución o reacondicionamiento condicional de piezas sujetas o propensas al desgaste									5 hrs

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 54.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Taladro de columna, página n°6.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA: / /							Versión: 01			
							15 de Enero del 2023			
							página 6 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Taladro de columna	Limpieza interior	2 hrs								
	Lubricación de engranajes y piezas metálicas		2 hrs				2 hrs			
	Inspección de pernos de montaje flojos				3 hrs					
	Inspección de cables y enchufes gastados o dañados					2 hrs				2 hrs
	Revisión de cojinetes		2 hrs				2 hrs			
	Revisión de polea trapezoidal							2 hrs		
	Aplicar grasa de tubo a los engranajes de gusano en el mecanismo de elevación			3 hrs						3 hrs
	Inspección del desgaste de la correa de transmisión				1 hrs					1 hrs

Fuente: Elaboración propia.

Figura 55. Cronograma de mantenimiento preventivo para Sierra eléctrica, página n°7.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS											
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)				
FECHA:							Versión: 01				
/ /							15 de Enero del 2023				
							página 7 de 18				
Equipo	Acción de mantenimiento	2023									
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Sierra eléctrica	Limpieza de hojas de sierra	2 hrs						2 hrs			
	Limpieza de bomba de refrigerante			2 hrs							
	Revisión de parte eléctrica y mecánica					3 hrs					
	Inspección y limpieza de fajas y volante de transmisión						3 hrs				
	Inspección y limpieza de la carcasa				1 hrs					1 hrs	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 56. Cronograma de mantenimiento preventivo para Buril eléctrico, página n°8.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS											
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)				
FECHA:							Versión: 01				
/ /							15 de Enero del 2023				
							página 8 de 18				
Equipo	Acción de mantenimiento	2023									
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Buril eléctrico	inspección del cuerpo o carcasa del buril			1 hrs							
	inspección limpieza y engrase de rodajes internos			2 hrs							
	limpieza química de rotor y estator			1 hrs							
	inspección y cambio de escobillas o carbones			1 hrs							
	inspección de cable de alimentación			1 hrs							
	inspección y ajuste de toma corriente.			1 hrs							

Fuente: Elaboración propia.

Figura 57. Cronograma de mantenimiento preventivo para Plegadora, página n°9.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS											
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)				
FECHA:							Versión: 01				
/ /							15 de Enero del 2023				
							página 9 de 18				
Equipo	Acción de mantenimiento	2023									
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Plegadora	Revisar el nivel del aceite del depósito (cada 1000 horas, recomendado)	1 hrs									
	Sustituir el aceite hidráulico del depósito (cada 4000 horas, recomendado)		3 hrs								
	Engrasar los bulones				2 hrs			2 hrs			
	Lubricar los husillos del tope con grasa o aceite			1 hrs					1 hrs		
	inspección y limpieza de todo el cuerpo de la máquina		2 hrs					2 hrs			

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 58.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Cizalla eléctrica, página n°10.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS											
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)				
FECHA: / /							Versión: 01				
							15 de Enero del 2023				
							página 10 de 18				
Equipo	Acción de mantenimiento	2023									
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Cizalla eléctrica	Revisar el niveles del aceite del depósito	1 hrs					1 hrs				
	Inspección y limpieza de la mesa de la cizalla		2 hrs								
	Limpieza de restos metalicos en la cubierta posterior				2 hrs			2 hrs			
	Inspección y regulación del tope posterior			3 hrs							
	Limpieza de la caja electrica						2 hrs				
	Inspección del cableado y bastón de control			2 hrs						2 hrs	
	inspección y limpieza de todo el cuerpo de la máquina						3 hrs			3 hrs	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 59.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Puente grúa, página n°11.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS											
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)				
FECHA: / /							Versión: 01				
							15 de Enero del 2023				
							página 11 de 18				
Equipo	Acción de mantenimiento	2023									
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Puente grúa	Verificar las piezas desmontables y dispositivos de seguridad, comprobando su estado de apriete.	3 hrs									
	Ajustar los acoplamientos y las cadenas tensándolas periódicamente.	2 hrs					2 hrs				
	Verificar los cables, sustituyendo los que presenten roturas, o deformaciones.	5 hrs									
	Llevar un control de todos estos elementos marcados previamente con un n° de registro.		2 hrs						2 hrs		
	Verificar el estado de los frenos.				3 hrs						
	Verificar poleas y tambores, comprobando que los cables se enrollan correctamente.			2 hrs				2 hrs			
	Inspección de rieles y soportes						2 hrs				
	Mantenimiento de la parte eléctrica									5 hrs	

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 60.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Compresora de aire, página n°12.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 12 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Compresora de aire	Verificar poleas y fajas.	1 hrs								
	Verificar la limpieza de los filtros de aire.		1 hrs					1 hrs		
	Purgar periódicamente el agua del depósito de aire comprimido, con mayor frecuencia en invierno.				1 hrs				1 hrs	
	Verificar la estanqueidad del aparato neumático.				1 hrs				1 hrs	
	Mantenimiento parte hidráulica (lubricación)					2 hrs				
	Verificar el estado del filtro de aceite.							1 hrs		
	Verificar el reglaje de las válvulas de seguridad.							2 hrs		
	Verificar el estado de cañerías, sustituyendo aquellos que presenten algún daño.			2 hrs						2 hrs
Limpeza de la parte eléctrica									4 hrs	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 61.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Prensa, página n°13.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 13 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Prensa	Inspección y cambio de mangueras en mal estado	2 hrs								
	Inspección de retenes y sellos del pistón hidráulico			2 hrs				2 hrs		
	Orden e inspección de herramientas y accesorios								2 hrs	
	Limpeza del motor eléctrico					2 hrs				
	Cambio de aceite									3 hrs

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 62.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Dobladora hidráulica, página n°14.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 14 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Dobladora hidráulica para tubo	Limpiar por completo el tanque y los filtros de succión antes del llenado.	3 hrs								
	Engrase de los ejes y las partes móviles de la dobladora			2 hrs				2 hrs		
	inspección de herramientas y accesorios					2 hrs				

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 63.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Esmeril de banco, página n°15.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 15 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Esmeril de banco	Reemplazo de ruedas abrasivas					2 hrs				
	Limpiar las ranuras de ventilación de la herramienta.					1 hrs				
	Limpiar carcasa del motor.					1 hrs				
	Eliminación de polvos y limaduras sobre y dentro de la carcasa					1 hrs				
	Inspección de cableado e iluminación.		1 hrs							1 hrs

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 64.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Esmeril angular, página n°16.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 16 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Esmeril angular	inspección del cuerpo o carcasa del buril			1 hrs						
	inspección limpieza y engrase de rodajes internos			1 hrs						
	limpieza y engrase de engranajes			1 hrs						
	limpieza química de rotor y estator			1 hrs						
	inspección y cambio de escobillas o carbones			1 hrs						
	inspección de cable de alimentación			1 hrs						
	inspección y ajuste de toma corriente.			1 hrs						

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 65.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Equipo de oxicorte, página n°17.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 17 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Equipo de oxicorte	Inspección de los casquetes de protección metálicos de los cilindros	1 hrs								
	Inspección de los nanómetros y reguladores			1 hrs						
	Inspección de válvula de gas combustible		1 hrs				1 hrs			
	Inspección y reajuste de mangueras					2 hrs				
	Inspección de válvula del oxígeno				1 hrs				1 hrs	

Fuente: Elaboración propia.


**Figura 66.** Cronograma de mantenimiento preventivo para Carrito de oxicorte, página n°18.

CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO DE EQUIPOS										
N° REGISTRO							CODIGO: (MP- P002)			
FECHA:							Versión: 01			
/ /							15 de Enero del 2023			
							página 18 de 18			
Equipo	Acción de mantenimiento	2023								
		Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
carrito oxicorte	Inspección y limpieza de la boquilla de corte	2 hrs								
	Inspección y limpieza de los nanómetros y reguladores			1 hrs						
	Inspección de cable y toma de alimentación eléctrica				1 hrs					
	Limpieza interna con aire a presión					2 hrs				
	Inspección de botones de accionamiento							2 hrs		
	Limpieza de ruedas y enderezado de rieles		3 hrs							3 hrs

Fuente: Elaboración propia.


**ANEXO n.º 5. REPORTES DE PRE USO:** En este apartado se muestran todos los formatos de reportes de pre uso para cada equipo propuesto a la empresa el cual consta de 18 páginas.

**Figura 67.** Reporte de pre uso para Torno, página n.º 1.

CHECK LIST DE TORNO							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 1 de 18		
N° de registro:		Tipo de trabajo:							
Fecha: / /		Hora de término:							
Inspección Trimestral:		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X		No Aplica: NA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:		
1	Verificar el botón de parada de emergencia	Torno						 OBSERVACIONES:	
2	Verificar nivel de aceite caja de velocidades								
3	Verificar nivel de aceite caja de avance								
4	Verificar nivel de aceite en soporte de árbol horizontal								
5	Funcionamiento adecuado de la lampara de mesa longitudinal								
6	Pulsadores de control y avance								
7	Palanca de velocidades								
8	Palanca de avance								
9	Avances automáticos								
10	Sistema de bomba de refrigeración								
Personal a cargo del trabajo									
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:	
1-									
2-									
3-									
4-									
5-									


Fuente: Elaboración propia.

**Figura 68.** Reporte de pre uso para Máquina de soldar, página n.º 2.

CHECK LIST DE MAQUINA DE SOLDAR							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 2 de 18		
N° de registro:		Tipo de trabajo:							
Fecha: / /		Hora de término:							
Inspección Trimestral:		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X		No Aplica: NA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:		
1	Verificar enrollado y extendido de cable de alimentación en buenas condiciones	Máquina de soldar						 OBSERVACIONES:	
2	Verificar el chupon de conexión								
3	Verificar y constatar el voltaje de la máquina de soldar antes de empezar los trabajos								
4	Verificar que los terminales ,conectores positivo y negativo								
5	Verificar cables positivo y negativo que van hacia la tenaza por electrodo								
6	Verificar tablero de accionamiento (regulador de voltaje y amperaje)(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)								
7	Verificar el estado del carrito de transporte de la máquina								
8	Verificar el funcionamiento de las ruedas de la base de la máquina								
9	Verificar que el área donde se encuentra la máquina sea la adecuada								
10									
Personal a cargo del trabajo									
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:	
1-									
2-									
3-									
4-									
5-									


Fuente: Elaboración propia.

Figura 69. Reporte de pre uso para Fresadora, página n°3.

		CHECK LIST DE FRESADORA							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 3 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :								
Fecha:		Hora de término:								
Hora de inicio:		Inspección Trimestral: <input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo <input type="checkbox"/> Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/> Mal Estado: X No Aplica: NA								
Inspección Trimestral:										
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	OBSERVACIONES:		
1	Verificar el botón de parada de emergencia	Fresadora								
2	Verificar nivel de aceite caja de velocidades									
3	Verificar nivel de aceite caja de avance									
4	Funcionamiento adecuado de la lampara de mesa longitudinal									
5	Pulsadores de control y avance									
6	Palanca de velocidades									
7	Palanca de avance									
8	Avances automáticos									
9	Sistema de bomba de refrigeración									
10	Palancas de ajuste de mesa									
Personal a cargo del trabajo										
Apellidos y Nombres:							N° de equipo a usar:		Firma:	
1-										
2-										
3-										
4-										
5-										


Fuente: Elaboración propia.

Figura 70. Reporte de pre uso para Mandrinadora, página n°4.

		CHECK LIST DE MANDRINADORA							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 4 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :								
Fecha:		Hora de término:								
Hora de inicio:		Inspección Trimestral: <input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo <input type="checkbox"/> Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/> Mal Estado: X No Aplica: NA								
Inspección Trimestral:										
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	OBSERVACIONES:		
1	Verificar el botón de parada de emergencia	Mandrinadora								
2	Verificar nivel de aceite caja de velocidades									
3	Verificar nivel de aceite caja de avance									
4	Funcionamiento adecuado de la lampara de mesa									
5	Pulsadores de control y avance									
6	Palanca de velocidades									
7	Palanca de avance									
8	Avances automáticos									
9	Palancas de ajuste de mesa									
10	Verificar el estado de la mesa de sujeción									
Personal a cargo del trabajo										
Apellidos y Nombres:							N° de equipo a usar:		Firma:	
1-										
2-										
3-										
4-										
5-										


Fuente: Elaboración propia.

Figura 71. Reporte de pre uso para Taladro radial, página n°5.

CHECK LIST DE TALADRO RADIAL							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 5 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo:						
Fecha:		/ /						
Hora de inicio:		Hora de término:						
Inspección Trimestral:		<input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X		No Aplica: NA
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	
1	Verificar llave termomagnética de alimentación del taladro	Taladro radial						 OBSERVACIONES:
2	Estado de la carcasa del taladro							
3	Verificar el botón de parada de emergencia							
4	Estado del selector del sentido de giro							
5	Estado del selector de velocidades							
6	Estado de las palancas de accionamiento							
7	Verificar el bastago del taladro							
8	Verificar el estado de la mesa de sujeción							
9	Verificar nivel de aceite							
10	Estado de accesorios y portabrocas							
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								


Fuente: Elaboración propia.

Figura 72. Reporte de pre uso para Taladro de columna, página n°6.

CHECK LIST DE TALADRO RADIAL							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 6 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo:						
Fecha:		/ /						
Hora de inicio:		Hora de término:						
Inspección Trimestral:		<input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X		No Aplica: NA
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	
1	Verificar llave termomagnética de alimentación del taladro	Taladro radial						 OBSERVACIONES:
2	Estado de la carcasa del taladro							
3	Verificar el botón de parada de emergencia							
4	Estado del selector del sentido de giro							
5	Estado del selector de velocidades							
6	Estado de las palancas de accionamiento							
7	Verificar el bastago del taladro							
8	Verificar el estado de la mesa de sujeción y tornillo de banco							
9	Estado de las manivelas de movimiento de la mesa de sujeción							
10	Estado de accesorios y portabrocas							
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								


Fuente: Elaboración propia.

Figura 73. Reporte de pre uso para Sierra eléctrica, página n°7.

CHECK LIST DE SIERRA ELECTRICA							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 7 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :						
Fecha:		/ /						
Hora de inicio:		Hora de termino:						
Inspección Trimestral:		amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo <input type="checkbox"/>		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X	No Aplica: NA	
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	 OBSERVACIONES:
1	Verificar el botón de parada de emergencia	Sierra Eléctrica						
2	Estado general de la carcasa							
3	Estado de la guarda de las poleas y faja							
4	Estado del sujetador de aceros							
5	Estado de las palancas de accionamiento							
6	Pulsadores de control y avance							
7	Verificar nivel de aceite							
8	Sistema de bomba de refrigeración							
9	Limpieza de la bandeja de viruta							
10								
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								


Fuente: Elaboración propia.

Figura 74. Reporte de pre uso para Butil eléctrico, página n°8.

CHECK LIST DE BURIL ELECTRICO							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 8 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :						
Fecha:		/ /						
Hora de inicio:		Hora de termino:						
Inspección Trimestral:		amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo <input type="checkbox"/>		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X	No Aplica: NA	
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	 OBSERVACIONES:
1	Revisar el buen estado de la conexión y enchufe	Butil Eléctrico						
2	Estado general de la carcasa							
3	Verificar interruptor de encendido							
4	Verificar el buen estado del cable que no tenga ni corte, ni quemaduras							
5	Verificar el Eje de Rotación							
6	Verificar que se use la lima rotativa o lija adecuada y en buen estado							
7	Verificar la boquilla de Fijación							
8								
9								
10								
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								


Fuente: Elaboración propia.

Figura 75. Reporte de pre uso para Plegadora, página n°9.

CHECK LIST DE PLEGADORA							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 9 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :						
Fecha: / /		Hora de término:						
Inspección Trimestral:		<input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X		No Aplica: NA
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	
1	Verificar el botón de parada de emergencia	Plegadora						 OBSERVACIONES:
2	Verificar nivel de aceite hidráulico							
3	Verificar el estado de la cuchilla dobladora							
4	Verificar el estado del dado de doblado							
5	Funcionamiento adecuado de manómetro de control de presión							
6	Pulsadores de control							
7	Verificar el bastón de control							
8	Topes y reguladores de dado de doblado							
9								
10								
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								

Fuente: Elaboración propia.

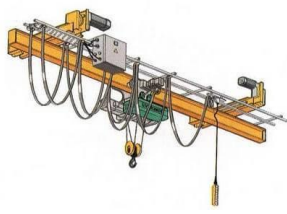
Figura 76. Reporte de pre uso para Cizalla eléctrica, página n°10.

CHECK LIST DE CIZALLA ELECTRICA							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 10 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :						
Fecha: / /		Hora de término:						
Inspección Trimestral:		<input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X		No Aplica: NA
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	
1	Verificar el botón de parada de emergencia	Cizalla electrica						 OBSERVACIONES:
2	Verificar nivel de aceite hidráulico							
3	Verificar el estado de la cuchilla de corte							
4	Verificar fugas en los pistones							
5	Verificar los brazos de soporte de planchas							
6	Pulsadores de control							
7	Verificar el bastón de control							
8	Topes y reguladores de corte							
9								
10								
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								

Fuente: Elaboración propia.




Figura 77. Reporte de pre uso para Puente grúa, página n°11.

CHECK LIST DE PUENTE GRUA							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 11 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :						
Fecha:		/ /						
Hora de inicio:		Hora de término:						
Inspección Trimestral:		<input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X		No Aplica: NA
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	
1	Verificar el botón de parada de emergencia	Puente grúa						
2	Verificar el funcionamiento de la botonera							
3	Identificación clara de los mandos en la botonera							
4	Verificar el movimiento longitudinal y transversal del carro							
5	Comprobar el funcionamiento de los límites de carrera							
6	Verificar el gancho y pestillo de seguridad que no tengan anomalías							
7	Verificar visualmente el cable en busca de anomalías							
8	Verificar freno de traslación del carro							
9	Verificación accesorios de izaje							
10	Señalización del área							
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								


Fuente: Elaboración propia.

Figura 78. Reporte de pre uso para Compresora de aire, página n°12.

CHECK LIST DE COMPRESORA DE AIRE							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 12 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :						
Fecha:		/ /						
Hora de inicio:		Hora de término:						
Inspección Trimestral:		<input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X		No Aplica: NA
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	
1	Verificar el botón de parada de emergencia	Compresora de aire						
2	Verificar el nivel de aceite del motor							
3	Verificar si existen fugas de aceite							
4	Verificar visualmente conexiones eléctricas							
5	Verificar visualmente cañerías							
6	Ruidos y vibraciones inusuales							
7	verificar el estado del filtro de aire							
8	Verificar acumulación de polvo en el cuerpo de la compresora							
9	Revisar que el tanque esté purgado							
10	Verificar que la carga automática funcione							
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								


Fuente: Elaboración propia.

Figura 79. Reporte de pre uso para Prensa, página n°13.

CHECK LIST DE PRENSA							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 13 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo:						
Fecha: / /		Hora de término:						
Inspección Trimestral:		Inspección Trimestral: <input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo <input type="checkbox"/>						
		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/> Mal Estado: X No Aplica: NA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	OBSERVACIONES:
1	Verificar el botón de parada de emergencia	Prensa						
2	Verificar nivel de aceite hidráulico							
3	Inspeccionar el estado de las mangueras de alta presión							
4	Verificar el estado del cuerpo del pistón							
5	Verificar las vigas de trabajo inferiores							
6	Funcionamiento adecuado de manómetro de control de presión							
7	Funcionamiento de pulsadores de control							
8	Verificar el funcionamiento del control a distancia							
9	Verificar fugas en todo el sistema							
10								
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								


Fuente: Elaboración propia.

Figura 80. Reporte de pre uso para Dobladora hidráulica, página n°14.

CHECK LIST DE DOBLADORA HIDRAULICA							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 14 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo:						
Fecha: / /		Hora de término:						
Inspección Trimestral:		Inspección Trimestral: <input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo <input type="checkbox"/>						
		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/> Mal Estado: X No Aplica: NA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	OBSERVACIONES:
1	Verificar los dados de formado	Dobladora hidráulica						
2	Verificar nivel de aceite hidráulico							
3	Verificar la palanca de accionamiento							
4	Verificar el estado del cuerpo del pistón							
5	Verificar las vigas de fijación de dados guía							
6	Verificar fugas en todo el sistema							
7	Verificar la estabilidad de la patas de la dobladora							
8								
9								
10								
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								

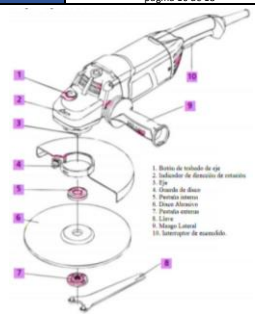
Fuente: Elaboración propia.

Figura 81. Reporte de pre uso para Esmeril de banco, página n°15.

CHECK LIST DE ESMERIL DE BANCO							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 15 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :						
Fecha:		/ /						
Hora de inicio:		Hora de término:						
Inspección Trimestral:		<input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X		No Aplica: NA
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	
1	Revisar el buen estado de la conexión y enchufe	Esmeril de banco						 OBSERVACIONES:
2	Verificar interruptor de encendido							
3	Verificar el buen estado de las guardas							
4	Verificar el buen estado de las ruedas abrasivas							
5	Verificar el soporte para afilado de herramientas							
6	Verificar que el pedestal se encuentre estable							
7	Ruidos y vibraciones inusuales							
8	Verificar el buen funcionamiento de la iluminación							
9								
10								
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								

Fuente: Elaboración propia.

Figura 82. Reporte de pre uso para Esmeril angular, página n°16.

CHECK LIST DE ESMERIL ANGULAR							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 16 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :						
Fecha:		/ /						
Hora de inicio:		Hora de término:						
Inspección Trimestral:		<input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/>		Mal Estado: X		No Aplica: NA
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	
1	Revisar el buen estado de la conexión y enchufe	Esmeril Angular						 OBSERVACIONES:
2	Verificar interruptor de encendido							
3	Verificar el buen estado del cable que no tenga ni cortes , ni quemaduras							
4	Boton de Trabado de Eje							
5	Verificar el Eje de Rotación							
6	Verificar el buen estado de las guardas (disco y motor), no tenga abolladura, usar manija							
7	Verificar que se use el disco adecuado (RPM del disco sea mayor a la del equipo)							
8	Verificar la Tuerca de Fijación Rapida							
9	Verificar el buen estado del mango de fijación lateral							
10	Verificar el estado de la guarda							
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								


Fuente: Elaboración propia.

Figura 83. Reporte de pre uso preventivo para Equipo de oxicorte, página n°17.

CHECK LIST DE EQUIPO DE OXICORTE							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 17 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :						
Fecha:		/ /						
Hora de inicio:		Hora de termino:						
Inspección Trimestral:		<input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/> Mal Estado: X No Aplica: NA				
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	 OBSERVACIONES:
1	Verificar válvulas antiretorno se encuentren el salida del gas de propano, oxigeno o acetileno	Equipo de oxicorte						
2	Inspeccionar si no presenta abolladuras en el envase o válvulas del gas							
3	Verificar la tapa roscable y si está en buenas condiciones							
4	Verificar el buen estado de las mangueras y sus acoples							
5	Verificar el buen estado de la caña de calentar							
6	Verificar el buen estado manómetros							
7	Verificar con agua jabonosa si no existe fuga de gas en las conexiones							
8	Verificar el buen estado de carro de traslado (cadenas, ganchos, llantas)							
9								
10								
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								

Fuente: Elaboración propia.

Figura 84. Reporte de pre uso para Carrito de oxicorte, página n°18.

CHECK LIST DE CARRITO DE OXICORTE							CODIGO:(MP-P006) versión:01 15 de enero del 2023 página 18 de 18	
N° de registro:		Tipo de trabajo :						
Fecha:		/ /						
Hora de inicio:		Hora de termino:						
Inspección Trimestral:		<input type="checkbox"/> amarillo <input type="checkbox"/> negro <input type="checkbox"/> azul <input type="checkbox"/> rojo		Buen estado: <input checked="" type="checkbox"/> Mal Estado: X No Aplica: NA				
ITEM	DESCRIPCIÓN	EQUIPO	N°1 -Codigo:	N°2 -Codigo:	N°3 -Codigo:	N°4 -Codigo:	N°5 -Codigo:	 OBSERVACIONES:
1	Verificar en buen estado de las mangueras y sus acoples	Carrito de oxicorte						
2	Inspecciona si están deteriorados los seguros de válvulas							
3	Verificar el buen estado de la caña							
4	Verificar que se encuentren las válvulas antiretorno se encuentra a la salida de a caña							
5	Verificar el buen estado de la boquilla de corte							
6	Verificar la carcasa del carro de corte semiautomatico en buen estado							
7	Verificar con agua jabonosa si no existe fuga de gas en las conexiones							
8	Verificar el buen estado de las rueditas							
9	Verificar el buen estado de los rieles							
10	Verificar el buen estado de las perillas de regulación y ajuste							
Personal a cargo del trabajo								
Apellidos y Nombres:						N° de equipo a usar:		Firma:
1-								
2-								
3-								
4-								
5-								

Fuente: Elaboración propia.