



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“APLICACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA REDUCIR COSTOS OPERATIVOS EN UNA EMPRESA METALMECANICA, TRUJILLO - 2021”**

Tesis para optar al título profesional de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor:**

Marco Antonio Hidalgo Cabel

**Asesor:**

Mg. Víctor Fernando Calla Delgado

<https://orcid.org/0000-0002-7502-5806>

Trujillo - Perú

2023

## JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Cesar Enrique Santos Gonzales</b>	<b>41458690</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

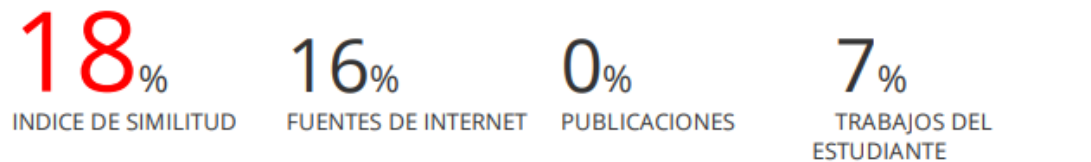
Jurado 2	<b>Miguel Enrique Alcalá Adrianzen</b>	<b>17904461</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	<b>Oscar Alberto Goicochea Ramírez</b>	<b>18089007</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### Informe final Marco Hidalgo

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unsm.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>4</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>todo-artesania.blogspot.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>tecnologiaparalaindustria.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>dokumen.pub</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>alicia.concytec.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

## DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación, en primer lugar a mi padre celestial por estar siempre a mi lado brindándome paciencia, sabiduría y tolerancia ayudándome a cumplir unas de mis metas, en segunda lugar lleno de regocijo amor y esperanza a mis padres, porque son mi fortaleza y motivación para ser cada día mejor persona, mejor profesional; así también por su apoyo y consejos. Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis amigos y a toda mi familia por confiar en mí, gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por brindarme vida, sabiduría, esfuerzo y esmero para seguir adelante, y a mis padres por su apoyo incondicional en la parte moral y económica para poder llegar a cumplir una de mis tantas metas que tengo, el de ser un profesional.

Así también a mi Asesor el Ing. Víctor Fernando Calla Delgado por brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico.

## Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR .....	2
INFORME DE SIMILITUD .....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
TABLA DE CONTENIDO .....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	12
RESUMEN.....	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	15
CAPÍTULO II. MÈTODO.....	53
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	147
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	151
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	155
ANEXOS.....	158

## Índice de tablas

Tabla 1: Diseño Transversal .....	53
Tabla 2: Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	55
Tabla 3: Técnicas de estadísticas descriptivas.....	56
Tabla 4: Operacionalización de variables indicadores y formulas .....	57
Tabla 5: Cuadro resumen de las causas raíces de Ishikawa .....	62
Tabla 6: Matriz de Priorización .....	62
Tabla 7: Cuadro resumen final de las causas raíces de Ishikawa .....	63
Tabla 8: Matriz de Costos actual y esperados para el año 2021 .....	64
Tabla 9: CAUSA 01: Falta de capacitación a los trabajadores.....	67
Tabla 10: CAUSA 02: AVERIAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA .....	69
Tabla 11: CAUSA 02: AVERIAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA .....	71
Tabla 12: CAUSA 04: FALTA DE ORDEN EN LA PLANTA .....	73
Tabla 13: Formato De Evaluación Para La Implementación De La Metodología 5s.....	77
Tabla 14: Lista de Elementos Innecesarios .....	81
Tabla 15: Evaluación de la 1° S .....	84
Tabla 16: Implementación de Orden 2° S .....	86
Tabla 17: Evaluación de la 2° S .....	87
Tabla 18: Plan de Limpieza.....	89
Tabla 19: Elaboración de un Plan de Limpieza para la empresa metalmeccanica de Trujillo, 2021 .....	90
Tabla 20: Artículos de Limpieza .....	91
Tabla 21: Hoja de Verificación – Evaluación Orden y Limpieza .....	92
Tabla 22: Evaluación de la 3° S .....	93
Tabla 23: Políticas de Orden y Limpieza .....	94
Tabla 24: Asignación de Trabajos .....	95
Tabla 25: Papel de la Dirección.....	97

Tabla 26: Papel de los Operarios .....	97
Tabla 27: Seguimiento y Control.....	98
Tabla 28: Formato de Evaluacion Seguimiento y Control Final .....	99
Tabla 29: Reducción de tiempos en la línea de producción y mantenimiento de mangueras hidráulicas mediante la implementación de la metodología 5s.....	100
Tabla 30: Mejora de la Causa Falta de Orden en Planta con respecto a la línea de Producción de mangueras hidráulicas .....	101
Tabla 31: Descripción de Perfil de Puesto.....	105
Tabla 32: Análisis del Perfil de Puesto.....	106
Tabla 33: Descripción de Perfil de Puesto.....	107
Tabla 34: Análisis del Perfil de Puesto.....	108
Tabla 35: Evaluación de Desempeño por Competencias para el puesto de una maquina prensadora ...	109
Tabla 36: Evaluación de Desempeño por Competencias para el puesto de una maquina tronzadora....	111
Tabla 37: Plan de capacitación .....	114
Tabla 38: Registro de Averías menores.....	115
Tabla 39: Se halló el MTTR .....	115
Tabla 40: Registro de Averías menores.....	116
Tabla 41: halló el MTTR.....	117
Tabla 42: Mejora de la causa Falta de Capacitación a los trabajadores .....	118
Tabla 43: Resultados de máquinas críticas.....	120
Tabla 44: Resultados del valor de criticidad de dichas maquinas .....	121
Tabla 45: Según el grupo de criticidad nos indica que las maquinas tienen que recibir mantenimiento preventivo. ....	122
Tabla 46: Maquinas que se le realizaran Mantenimientos Predictivos .....	123



Tabla 47: Costo total por mantenimiento predictivo para las maquinas que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas del mes Agosto - 2021.....	123
Tabla 48: Averías actuales en las maquinarias que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas del mes Agosto - 2021.....	124
Tabla 49: Averías constantes en las maquinas que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas durante el año 2021 .....	125
Tabla 50: Reducción de Averías e implementación de mantenimientos en las maquinarias que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas del mes de Agosto - 2021.....	126
Tabla 51: Reducción de Averías e implementación de mantenimientos en las maquinarias que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas durante el año 2021 .....	127
Tabla 52: Indicadores de Mantenimiento actuales de la maquina Prensadora Hidráulica que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas del mes Agosto - 2021.....	127
Tabla 53: Mejora de Indicadores de Mantenimiento de la maquina Prensadora Hidráulica que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas del mes de agosto - 2021 .....	128
Tabla 54: Indicadores de Mantenimiento actuales de la maquina Tronzadora que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas del mes Agosto - 2021 .....	128
Tabla 55: Indicadores de Mantenimiento actuales de la maquina Tronzadora que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas del mes Agosto - 2021 .....	128
Tabla 56: Indicadores de Mantenimiento actuales de las maquina Prensadora Hidráulica que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas durante el año 2021 .....	128
Tabla 57: Mejora de Indicadores de Mantenimiento de la máquina Prensadora Hidráulica que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas durante el año 2021 .....	129
Tabla 58: Indicadores de Mantenimiento actuales de las maquina Tronzadora que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas durante el año 2021 .....	129

Tabla 59: Mejora de Indicadores de Mantenimiento de la máquina Tronzadora que participan en el proceso de producción de mangueras de hidráulicas durante el año 2021 .....	130
Tabla 60: MTTR Para La Máquina Prensadora Hidráulica al mes .....	130
Tabla 61: MTTR Para La Máquina Tronzadora al mes.....	131
Tabla 62: MTTR Para La Máquina Prensadora Hidráulica al año .....	131
Tabla 63: MTTR Para La Máquina Tronzadora al año .....	131
Tabla 64: Costos por Mantenimiento Correctivos de la línea de producción de mangueras hidráulicas al mes.....	132
Tabla 65: Costos Mejorados por Mantenimiento Correctivos de la línea de producción de mangueras .....	132
Tabla 66: Costos por Mantenimiento Correctivos de la línea de producción de mangueras hidráulicas durante el año 2021.....	133
Tabla 67: Eliminación de costos por Mantenimiento Correctivos de la línea de producción .....	133
Tabla 68: Mejora de la causa Averías constantes en las maquinarias .....	134
Tabla 69: Resultados de la situación actual del equipo.....	137
Tabla 70: Resultados de la situación actual de la maquina prensadora según el número prioritario de riesgo (NPR).....	138
Tabla 71: Resultados de la situación actual de la maquina tronzadora según el número prioritario de riesgo (NPR).....	138
Tabla 72: Parámetros del mantenimiento Mensual Actual.....	139
Tabla 73: Parámetros del mantenimiento Mensual Mejorado.....	140
Tabla 74: Resultados OEE Actual .....	140
Tabla 75: Estándares de calidad .....	141
Tabla 76: Resultados OEE Mejorado .....	142
Tabla 77: Mejora de la causa Falta de procedimientos estandarizados .....	143

Tabla 78: Costos operacionales de Mantenimiento .....	145
Tabla 79: Inversión total para la reducción de costos en la empresa metalmeccánica de la ciudad de Trujillo, 2021. ....	145
Tabla 80: Flujo Neto Efectivo (Año).....	146
Tabla 81: Diagnostico actual de los costos en el área de Mantenimiento antes de la aplicación TPM al Mes. ....	148
Tabla 82: Diagnostico actual de los costos en el área de Mantenimiento antes de la aplicación TPM al Año. ....	148
Tabla 83: Desarrollo y resultados de herramientas .....	149
Tabla 84: Resumen de Indicadores Financieros .....	150

## Índice de figuras

Figura 1: Herramientas 5 S - Primera S- SEIRI .....	24
Figura 2:Herramienta 5S – Tercera S – SEISO .....	25
Figura 3: Metas del Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	28
Figura 4: Pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	29
Figura 5: Indicador de medición del OEE .....	30
Figura 6: Las seis grandes pérdidas.....	30
Figura 7: Etapas para implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	31
Figura 8: Tipos de actividades del mantenimiento especializado .....	34
Figura 9: Procedimiento para el Pilar de Mantenimiento Planeado .....	34
Figura 10: Procedimiento para el pilar de Mantenimiento de la Calidad.....	35
Figura 11: Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento.....	46
Figura 12: Diagnóstico del área problemática.....	60
Figura 13: Diagrama de Ishikawa en el Área de Mantenimiento .....	61
Figura 14: Causas raíces y sus costos .....	63
Figura 15: Diagrama de flujo con cada una de las actividades para la elaboración del desarrollo del proyecto para implementar 5”S” .....	78
Figura 16: Esquema simplificado con respecto a SEIRI .....	79
Figura 17: : 1° S Procedimiento .....	80
Figura 18: Ubicación de los carteles con los objetivos de cada etapa con respecto a dicha implementación:.....	80
Figura 19: Capacitación al personal de la empresa con respecto a la metodología 5 s .....	81
Figura 20: Diseño de una Tarjeta Roja .....	82
Figura 21: Colocación de Tarjetas Rojas.....	82
Figura 22:2° S Procedimiento .....	85

Figura 23: Señalización en la empresa Metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021 .....	87
Figura 24: 3° S Procedimiento .....	88
Figura 25: 5° S Procedimiento .....	96
Figura 26: Procedimiento para el Pilar de Mantenimiento Planeado .....	119
Figura 27: Pasos para identificar el punto de partida del estado de los equipos. ....	120
Figura 28: Pasos para el desarrollo del Sistema de mantenimiento predictivo .....	122
Figura 29: Pasos para el desarrollo del Sistema de mantenimiento predictivo .....	124
Figura 30: Procedimiento para el Pilar de Mantenimiento de la Calidad.....	136
Figura 31:Costos Iniciales Vs Costos Mejorados.....	147
Figura 32: Comparación de costos actuales Vs mejorados .....	150

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la aplicación del TPM (mantenimiento productivo total) para disminuir los costos operativos en la línea de producción de mangueras hidráulicas de la empresa metal mecánica de la ciudad de Trujillo, 2021. En primer lugar, se efectúa un diagnóstico situacional de la empresa, para hallar los problemas existentes, para este fin se utilizó el Diagrama de Ishikawa; identificando problemas de falta de capacitación a operarios, averías contantes en maquinaria, falta de procedimientos estandarizados y desorden en planta; obteniendo un costo actual total de S/ 176,147.67 soles al año. Para la solución de dichas causas, se aplicó un plan de Mantenimiento Preventivo Total (TPM), la herramienta 5s y por último la elaboración de un Programa Anual de capacitación, mantenimiento autónomo y entrenamiento; de esta manera se observa la reducción de costos operativos en la empresa metalmeccánica de la ciudad de Trujillo, 2021. Además, una vez aplicada el Mantenimiento Preventivo Total (TPM) se obtiene como resultado una reducción de S/ 93,246.94 soles al año, lo que significa un 53 % de ahorro con respecto a costos. Asimismo, tenemos un aumento en el porcentaje de evaluación de formato 5'S de 50% a 100%, con una disminución en costos gracias a un Plan de capacitación que se redujo de 81% a 19%, a la vez se obtuvo una disminución de 144 averías en 84 averías al año con un tiempo medio de reparación de 19.8 hr/año a 9.24 hr/año. Para concluir, con respecto a los indicadores financieros se realizó una evaluación económica obteniendo un VAN de S/ 144,728.67, un TIR de 79% y un B/C de 3.67. Lo cual se concluye que la aplicación de mejora es viable y reduce los costos operativos para la empresa.

**Palabras Clave:** Mantenimiento preventivo total, plan de capacitación, 5 S, ahorros y costos operativos.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### **Realidad problemática:**

En diversas compañías, la inspección de los costos operativos y utilidad es primordial hacia su aumento y para el crecimiento de su utilidad. Para que sean más rentables, las industrias progresan paulatinamente sus maniobras de esa manera disminuyen las averías mayormente por falta de mantenimiento ya que es el área donde mayormente las empresas del rubro metalmecánico incurren en costos. De esta manera; los costes de operaciones en mantenimiento acostumbran permanecer implicados ante todo a la disponibilidad y costo de oportunidad con respecto a las maquinarias, existiendo la consecuencia de la incorporación y concertación equilibrada con respecto a los niveles del proceso administrativo por lo tanto la correcta ejecución de todas las actividades de las diferentes secciones y en particular la sección de Mantenimiento que integran las industrias.

Según la Junta de negocio, manufactura y Náutica de Santa Cruz de Tenerife (2014) nos da a conocer el área de operaciones que cuenta con una finalidad evidente el de satisfacer las exigencias de dichos compradores ya sea con la manera más óptima y dispendioso, a través de unas normativas de calidad. Con este fin es necesario realizar un propósito de producción para que de esa manera no se vea afectada las ventas. De esta manera se deberá manejar la competitividad de producción (reducido por la maquinaria, insumos y operarios) a fin de manejar de la mejor manera a dichos compradores. Cabe mencionar que un propósito de producción cuenta con la meta de describir los procesos de una industria, ósea, conocer cómo se produce el producto, asistencia de algún servicio, al igual que la Gestión de personal, insumos y técnicas precisas hacia la operatividad para algunas intervenciones.

Mundialmente la generación para una Gestión de mantenimiento cumple a alguna carencia. Total, falta implica la consignación de medios y dichas consignaciones de medios causan repartición de efectivo. Es decir, se producirán coste por implementación es por ello que dichos costos generales se verán disminuidos en un tiempo determinado. Suele suceder que los costes de mantenimiento no disminuyan, pero analizándolo de manera amplia, los costos de la empresa, deberán disminuir paulatinamente y de esa manera se lograra una elevada rentabilidad. Lorival, A.T. (2009).

La industria de los metales mecánicos mundialmente cuenta con suficiente contienda en el área mercantil de sus artículos, gracias a esto se consciente encontrarse en un desarrollo paulatino y crecimiento técnico. Según la organización de Industrias en el país (SIN, 2012); calculó que la optimización de la economía global, que aumentará el valor de los metales, alentarán las demandas de la producción de los grupos de metales mecánicos, proporcionando un aumento en su 10% de la producción, que termina cada año, en promedio 2340 millones de dólares estadounidenses años pasados.

Sin embargo, últimamente, las salidas de productos han crecido a un nivel anual promedio del 20%, en tanto que el trato global ha aumentado al 8,3%, debido al hecho de que la industria mecánica de metales es una de las dinámicas más activas del trato global de fabricación mundial, que coloca el rendimiento local en un puesto aproximadamente rentable. Asociación Latinoamericana de Acero (Alacero, 2015).

En Perú, tiene 111347 industrias manufactureras, del total el 65% consisten en industrias ligeras (textiles, industrias de madera, documentos, agronegocios, otros), estas empresas se entienden como las que tienen un bajo nivel de densidad de capital (capital / trabajadores permanentes). Otra particularidad es el pequeño crecimiento de la producción de bienes esenciales (metalurgia, siderometallurgo, otros), lo cual cubre



aproximadamente el 15% del mundo de producción nacional. Asimismo, de la provisión de baja producción de bienes comunes, alrededor del 4% (Cárdenas Núñez, 2010). Es por ello que se observa la falta de relevancia y apoyo económico al sector, por lo que representa un elevado coste y la carencia de charlas a los operarios en las diversas empresas.

En el territorio de la Ciudad evocadora, se cuenta con 2000 talleres de metal mecánica de medianas y magnas empresas, de lo cual el 40 % son serias, en donde considero la comisión sindical de Metal Mecánica de la sala de trato u utilidad de la ciudad de Lambayeque, 2016. Por esta razón, las compañías de metales mecánicos casi nunca presentan una correcta estructura en sus procesos, es por ello que no cuentan con una buena gestión a fin de formar el crecimiento legal en su departamento.

El área de mantenimiento es la más importantes e íntimamente impacta en la economía de operación de la industria, pues gracias a ella es donde se le da mantenimiento y soluciones a las maquinarias que sufren paras o fallas imprevistas por falta de mantenimiento es por ello que se espera que estén integradas a fin de reaccionar rápidamente a los requisitos sobre el desarrollo de producción a través de costos más bajos. Por ello justamente la realidad es que por medio del mantenimiento es factible que las diversas empresas creen prelación especializadas en el mercado, a través en definición de coste (Novoa, 2009).

Con lo cual respecta al ámbito local, luego de haber dado énfasis a la estrecha relación que tiene el régimen de Mantenimiento referente a los costes de operación por una institución, nos situamos específicamente en una MYPE del rubro metalmecánica ubicada en la región La Libertad - Trujillo, actualmente cuenta con 7 trabajadores es una Mype referente al grupo metal - mecánica. Durante el transcurso se refiere que, al Perú, respecto a la Manufactura crecerá 2,5% en el 2017 (Gálvez, 2017).

De tal manera, dicha Mype del Sector de metalmeccanico de la región La Libertad- Trujillo, 2021. Forma parte específicamente a lo largo de ofrecer; Servicios Industriales como: servicios de rolado, doblado, fresado, maquinarias y equipos de buena calidad para todo tipo de construcción., panaderías, mangueras hidráulicas, etc.; a través del objetivo de abastecer al mercado local y regional.

Se observa que no cuentan con una Gestión de Mantenimiento la empresa se desarrolla de manera improvisada; no existen procedimientos estandarizados e inexistencia de orden en la empresa, a la vez carecen de indicadores tanto productivos como de Mantenimiento ya que no pueden identificar si dichas máquinas se encuentran operativas totalmente o estarán por averiarse , todo esto con lo que respecta en la línea de procesos de mangueras hidráulicas lo que significa en promedio un costo mensual de S/ 29,102.40, S/ 38,511.36 y S/ 24,203.64 soles al año respectivamente.

También, se determinó que no existe un correcto plan de capacitación al personal, esto genera costos con respecto a los operarios por falta de conocimiento técnico y operativo por maquinarias las cuales colaboran en la producción de mangueras hidráulicas se vea limitada y se generen pérdidas para la empresa además, la falta de comunicación en el trabajo genera un clima no positiva para dichos trabajadores que afecta al desarrollo de sus labores lo que indica un costo de hasta S/ 30,679.68 y S/ 20,898.00 por año respectivamente.

Del mismo modo, las constantes averías en las máquinas generan tiempos muertos ya sea por mantenimiento correctivos que ascienden en 18.7 Hr al mes, por lo tanto, las unidades no producidas por realizar mantenimientos correctivos ascienden a S/ 1,972.27 todo esto genera un retraso en el proceso productivo además de los elevados costos operativos que genera dicha causa, esto se traduce como una pérdida de S/ 43,810.17 soles al año.

A continuación, se observan diferentes trabajos de estudios desarrollados por diversos autores presentados en esta investigación, quienes nos brindan un aporte necesario para el desarrollo del siguiente trabajo.

Antecedentes internacionales, Según Bernal & Parra (2020), para su estudio Plan de utilización del mantenimiento productivo total para las maquinarias de la empresa de producción y montaje de vehículos de Niko Racing Colombia. Mostraron que, en dicho trabajo, estudió el método de implementación del mantenimiento productivo total como la metodología principal de esa manera mejorar la productividad y la calidad en el proceso de la fabricación de automóviles Niko. La realización de un plan de accionamiento de TPM se fundamenta en los 5 y 12 pasos de Nakajima, enfatizando los dos pilares dicha técnica, el mantenimiento autónomo, capacitación y entrenamiento y la mejora orientada.

El estudio más importante muestra que la implementación de programas TPM demuestra ser rentable debido a la reducción de los costos de mantenimiento y los costos de seguro de pérdidas de ganancias, así como a una mayor disponibilidad de las maquinarias, lo que a su vez aumentará las ventas. Con base en los resultados obtenidos, se sugieren más investigaciones referentes a dichos contenidos para entender las magnitudes de la variación formativa relacionada con el aumento de las tareas productivas, especialmente para las limitadas y medianas empresas (PYME) en la industria de equipos metalmecánicos en Latinoamérica.

A Benavidez & Masso (2019) realizaron la investigación del cumplimiento profesional en la Universidad de Santiago de Cali sobre un plan de Mantenimiento Productivo Total durante molienda primaria en planta Argos S.A Valle del Cauca”.

Colombia, para la obtención del título en ingeniería industrial. Además, el objetivo

principal que se ha fijado el autor es aumentar los indicadores de disponibilidad de molienda primaria, disminuir el tiempo de paradas y elevar la producción del trabajo.

A la vez, la proposición pretende servir como guía para próximas investigaciones y capacitaciones en diferentes secciones de la fábrica, para que los socios de la empresa de cemento de Argos puedan determinar con facilidad diversas averías y evitar de esta manera evitar costos de mantenimiento. Con base en el plan de crecimiento de TPM, el porcentaje de tiempo de inactividad aumentará de 15,09% a 14,68% y la tasa de fallas disminuirá en un 30%, lo que se debe primordialmente al concepto de mantenimiento mecánico. Al mismo tiempo, se espera disminuir el tiempo de paradas y aumentar el porcentaje de eficiencia de molienda, que fue de 84,91% en 2018 y se implementó en 2019 después de TPM, será del 85,32 %; a la vez se disminuiría un período de inactividad de 55 días evaluado durante 1 año a 53 días.

En el contexto Nacional, según Victorio (2019) en su estudio titulado “Propuesta para mejorar el uso de mantenimiento productivo total en la sección de producción de Montalván Verástegui SAC”, cuyo fin principal es examinar cómo el uso del mantenimiento productivo total incrementa la productividad en la sección de producción de Montalván Verástegui SAC. La empresa, siguiendo la proposición del método TPM, se eliminó los errores que ocurrían en la empresa, se incrementó la disponibilidad general de los equipos y se brindaron las óptimas soluciones para aumentar la producción. Por ello primero se ejecuta la estructura, limpieza y normalización del material de labor utilizando 5s, de esta manera se llevará a cabo la iniciación de la implementación de las herramientas utilizadas en dicho trabajo.

A la vez, dicho trabajo se ejecutó de forma no experimental y corte transversal, empleando una forma descriptiva, ya que se evaluaron las diversas causas ya presentes

en el medio natural con los métodos cuantitativos utilizados, la población de investigación fue la industria Montalván Verástegui, ya que la muestra fue el sección de producción. Asimismo, en cuanto al levantamiento de información, se utilizaron fuentes bibliográficas, así como encuestas y observaciones, que contribuyen a determinar el problema. Los resultados positivos fueron posibles con la propuesta de TPM, se realizan mantenimientos autónomos y preventivos, lo que reducirá los tiempos muertos de las máquinas, que provocan retrasos en la entrega de mercancías. En resumen, se ha obtenido los resultados donde la propuesta de uso de TPM incrementará la productividad en 89%, eficiencia en 94% y eficiencia en 95%; el ingreso anual es de aproximadamente \$744,175.00.

Fernández, Moscoso (2021), “Universidad Privada de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, propuestas para mejorar los planes del mantenimiento basadas en los inicios de los métodos TPM y RCM para disminuir el tiempo de inactividad de las máquinas en empresas del ramo de electrodomésticos. El principal problema buscado fue el tiempo de inactividades más frecuentes de los equipos que resultaron en trabajo, por debajo del horario establecido; horas extra excesivas, incremento económico de producción, reducción de la rentabilidad. Para dicho problema detectado, los datos obtenidos por la Pyme demostraron poder distinguir las máquinas de mayor relevancia, como se muestra: cabinas de pintura, inyectoras de poliuretano para gabinetes A200 y A40. Este estudio de investigación proporciona recomendaciones para mejorar los planes del mantenimiento en función de las etapas definidas del enfoque RCM y las columnas de mantenimiento autónomo y elaborado del enfoque TPM para reducir la frecuencia del tiempo de inactividad y el tiempo de inactividad de la máquina.

Cuando se trata de TPM, el contexto de mantenimiento autónomo y métodos de

mantenimiento planificado servirán como base. Por ello, se pretende crear un programa TPM basado en medidas preventivas menos complejas como limpieza, lubricación, ajuste e inspección de componentes. Estas actividades están programadas para evitar fallas causadas por un mantenimiento insuficiente. Con el desarrollo de las actividades programadas, donde el crecimiento de la disponibilidad de la máquina, mientras que se espera que se reduzcan las averías menores de mantenimiento correctivo. Las propuestas presentadas para aumentar positivamente la gestión del mantenimiento han logrado los resultados establecidos y se han alcanzado los tres principales indicadores de mantenimiento. Los inyectores de uretano aumentaron la disponibilidad en un 14 %, el MTBF (confiabilidad) en un 28 % y el MTTR (mantenimiento) en un 40 %. Se ha realizado una evaluación económica para sustentar la propuesta, la cual calcula un valor presente neto (VAN) de S/ 82,280, se tiene la tasa interna de retorno obtenida es 88% y el tiempo de recuperación (PR) es 1.76 meses.

Finalmente, tenemos en el contexto local con Arévalo, V. (2018) con el plan de introducción de mantenimiento productivo común para disminuir económicamente los operativos de METARQEL S.A.C. Trujillo - Perú. El propósito de este trabajo es evaluar propuestas de mejoras de mantenimiento para aumentar la rentabilidad de la industria Metarquel S.A.C. Dicha industria se dedica a la industria metalmecánica y al acopio de buses intermunicipales. El diagnóstico reveló una gestión nefasta en los indicadores de mantenimiento, lo que afectó la rentabilidad de la industria. Se recomienda incrementar las áreas de mantenimiento utilizando gestión del talento, auditoría, manufactura esbelta y mantenimiento total de la producción. Los resultados muestran que, gracias al método utilizado, se puede mejorar el indicador con un incremento neto de S/. 2,878.72 nuevos soles por parámetros de productividad.

Con respecto a parámetros de objetivos de cumplimiento con las 5s, la ganancia neta fue de establecer el efecto de la propuesta de implementación del Programa de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la empresa Transportes Días S.A.C. costos de operación; se asumió que los costos de operación se reducirían. El diseño de este estudio es aplicado y pre-experimental. En la primera etapa se diagnostican problemas en el área de mantenimiento y se calculan pérdidas económicas mensuales de S/. 46.183.93 Las herramientas elegidas para solucionar el problema son: TPM y Plan Anual de Compras. Para verificar la factibilidad técnica se realizó un análisis económico y se determinó que el ahorro mensual de energía después de la mejora es de S/. 9,791.67, VAN es S/. 160,096.90, TIR es 76.23% y B/C es S/1.63. Como conclusión se concluyó que las propuestas de mejora son económicamente factibles y pueden disminuir los costos operativos de la Mype.

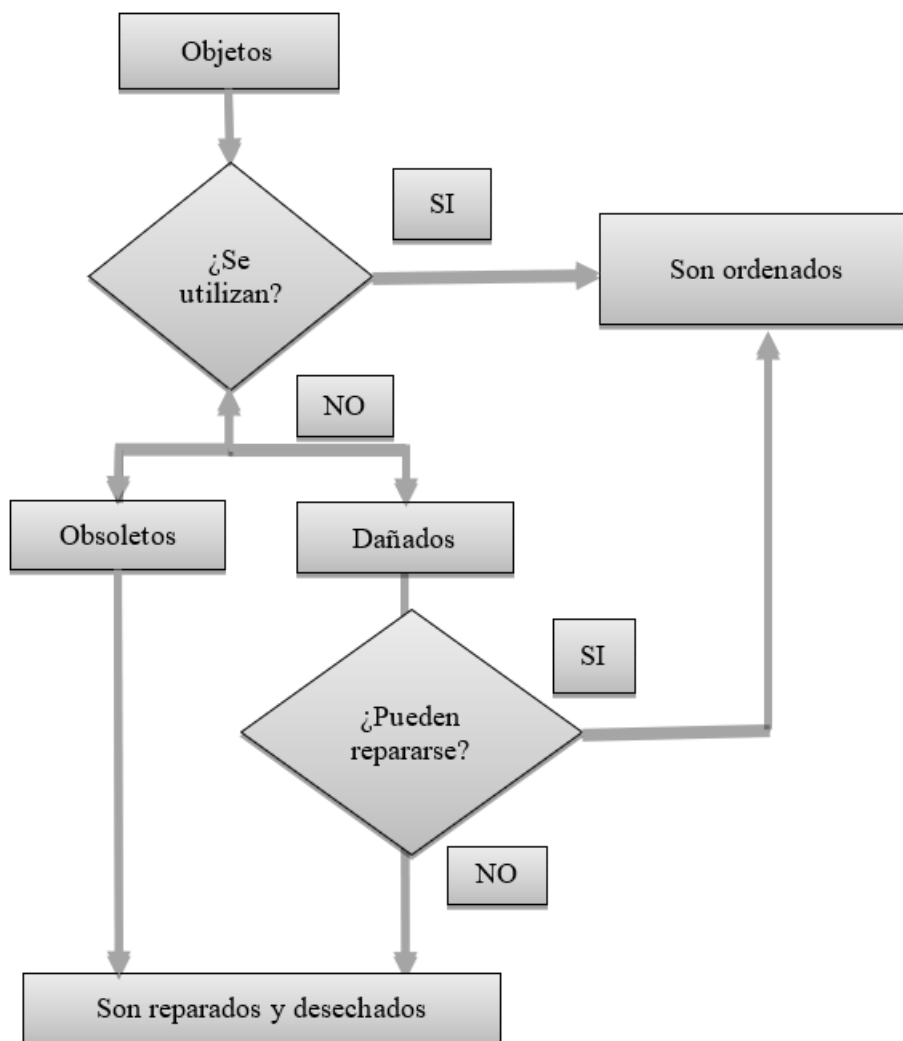
Para consolidar dicha investigación es necesario contar con ciertos conocimientos de bases teóricas las que nos ayudaran como aporte para el desarrollar de dicha investigación teniendo en cuenta las siguientes teorías, contamos con aspectos generales como:

La herramienta 5s, la cual con su aplicación nos ayudara al desarrollo de dicho trabajo de estudio, según Rey (2005), señalar que 5S es un plan de actividades para empresas; incluye el desarrollo de tareas de orden y limpieza, exploración de desviaciones en el lugar de trabajo, permite la colaboración de toda la empresa, lo que mejora la seguridad, ambiente y productividad del trabajo, de los individuos y de los equipos.

Heizer & Render (2008), indica los siguientes conceptos de las 5 S: **Seiri** (**Clasificar y vaciar**), Conserva lo que necesites, aleja todo lo demás de tu área de labor; eliminarlo en caso de duda. Los artículos sin estimación deben ser identificados y retirados. Deshacerse de dichos elementos ahorra espacio. (Heizer & Render, 2008)

**Figura 1:**

*Herramientas 5 S - Primera S- SEIRI*



*Nota: Tomado del libro Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas por Heizer, J. & Render, B. (2008).*

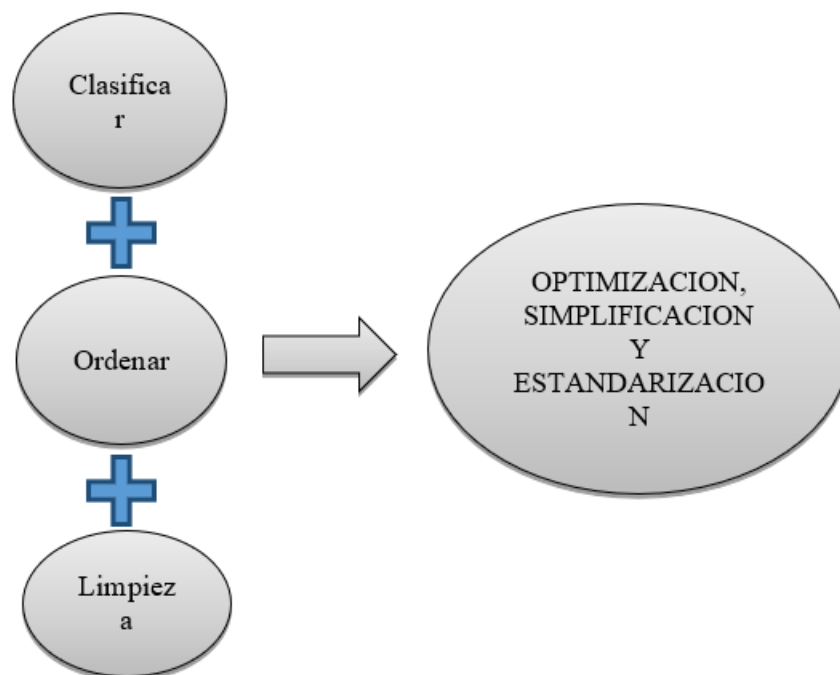


**Seiton (Ordenar y Simplificar)**, Organice y use las herramientas de investigación de métodos con el fin de aumentar el flujo de trabajo y disminuir desechos. (Heizer & Render, 2008)

**Seiso (Limpiar y barrer)**, Limpieza diaria; eliminar enteramente tipo de sucio e inmundicia, polución y desorganización del área de trabajo. (Heizer & Render, 2008)

**Figura 2:**

*Herramienta 5S – Tercera S – SEISO*



*Nota: Tomado del libro Gestión de producción y de operaciones. Decisiones tácticas por Heizer, J. & Render, B. (2008)*

**Seiketsu (Higiene y Visualización)**, la 4° S según Heizer, J. & Render, B. (2008) nos indica que dicha S tiene dos significados: saneamiento y visualización. La

higiene es la limpieza y el orden. Las personas que exigen y construyen calidad prestan mucha atención al aspecto. Siempre hay una sensación de seguridad en un ambiente limpio. Las empresas que no aplican las 5S no pueden producir productos de calidad. (Heizer & Render, 2008)

Además, según los autores Heizer, J. & Render, B. (2008) nos dan a conocer una herramienta muy utilizada es el "control visual". Dicha herramienta ha demostrado tener ventajas en la mejora continua de las empresas. Se trabaja en la calidad, fabricación, seguridad y servicio al cliente. Es por ello que dicha técnica reside en un conjunto de personas capaces de realizar consecutivamente un sinnúmero de consultas enteramente a la industria. Una opción más conveniente y reciente es la gestión del color. Donde se registra la situación, el propio sector publicó una serie de mapas con áreas rojas que indican áreas de mejora y áreas verdes que indican áreas de especial interés (Heizer & Render, 2008).

**Shitsuke (Estandarización y autodisciplina)**, con respecto a estandarizar según Rey, F. (2005) nos indica que se elimine las alteraciones del proceso mediante el desarrollo de métodos operativos estándar y registro de verificación; las normativas hacen obvias las excepciones. Por otro lado, la estandarización de materiales, herramientas y equipos para reducir el tiempo y costo de la instrucción interdisciplinaria. Capacitar y volver a capacitar a los equipos de labor a fin de que, si ocurren desviaciones, todos puedan verificar de prisa (Heizer & Render, 2008).

Mientras que la Autodisciplina, regístrese regularmente a fin de distinguir el esfuerzo y motivarlos a seguir progresando. Si es posible, use imágenes con la finalidad de instruir y preservar el adelanto (Heizer & Render, 2008).

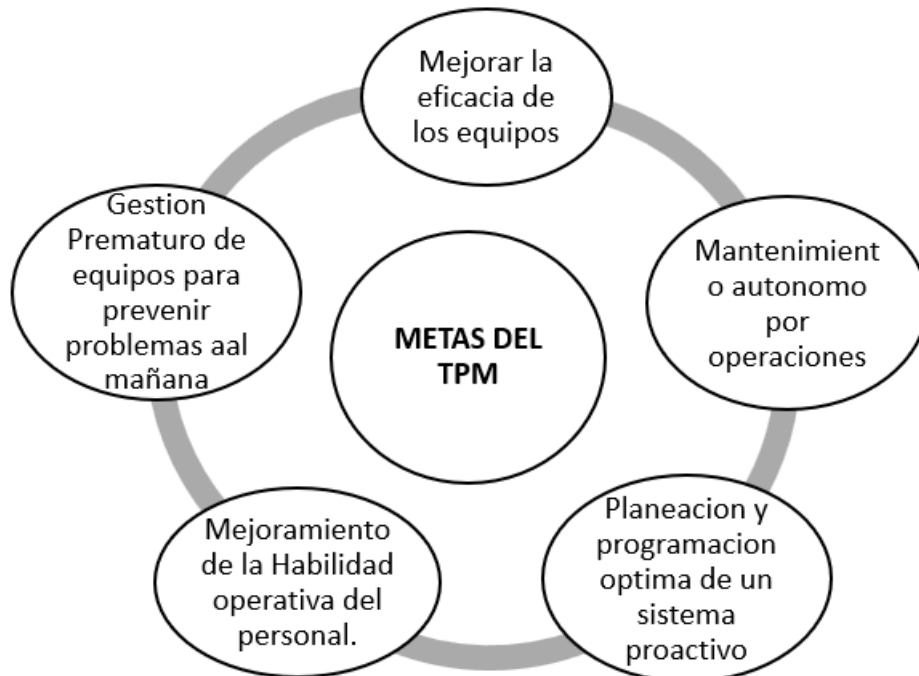
Con respecto a Mantenimiento , según Suzuki, T. (2017) nos da a conocer que el mantenimiento productivo total tiene como finalidad maximizar la actividad de las máquinas y equipos mediante la implementación a partir de dicho modelo integral de mantenimiento para la producción lo cual cubre la vida útil de las máquinas, involucrando de esta manera los niveles relacionadas con las máquinas, con plena intervención de los operarios, desde emisiones de producción a la gestión, incentivos o tareas de medianos grupos de deliberados.

Además, centrado en aumentar la eficiencia del equipo, TPM tiene como objetivo instituir una fase ideal de los sistemas de producción. Alguna confusión entre la actualidad y el estado ideal puede deberse a defectos en el mantenimiento, programas de verificación, errores en el proceso de fabricación. (Tuarez Medranda, C.A., 2013).

Mientras que Fernández Álvarez, E. (2018) en su tesis nos da a conocer que las columnas del TPM son etapas necesarias para la aplicación de proceso de producción a fin de efecto afinados. Todos ellos van dirigido a una dirección para ejecutar la meta de deducción y descarte de pérdidas, entre ellas defectos de calidad, averías en las maquinarias, además del despilfarro de la producción, entre otros. Debido a esto es que muchas industrias se adaptan a dicha metodología para mejorar las operaciones de sus maquinarias y equipos y de esa manera darle un mejor manejo en sus procesos.

**Figura 3:**

*Metas del Mantenimiento Productivo Total (TPM)*

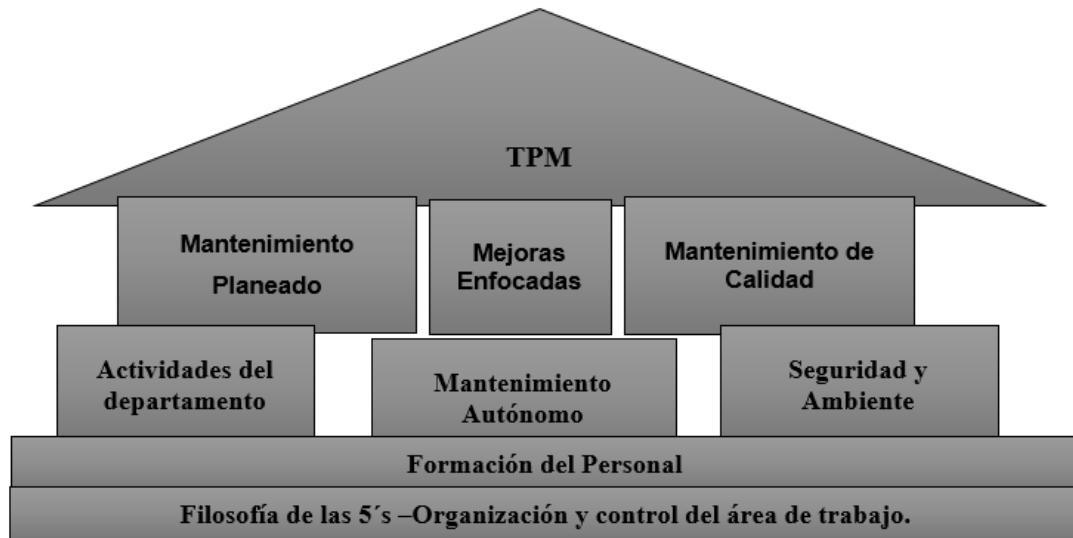


**Nota:** Tomado del libro “TPM en Industrias de procesos”, por Suzuki, T. (2017), P. 148.

La estructura moderna del mantenimiento productivo total se muestra en la siguiente figura, se visualiza siete columnas, son fundamentales dentro de la metodología para la optimización de la productividad de la industria con tareas prácticas.

**Figura 4:**

*Pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM)*



*Nota: Tomado del libro “TPM en industrias de procesos”, por Suzuki, T. (2017), P. 148.*

Se debe conocer el criterio de medición principal en la medición de la efectividad de los equipos el OEE. (Shirose, Kunio, pag. 35 - 40, 1991). Este parámetro mide la eficiencia productiva de la maquinaria involucrando factores como rendimiento, calidad y disponibilidad. El OEE orienta las acciones a tomar dentro de las empresas en la aplicación del TPM.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Tasa de rendimiento} * \text{Tasa de Calidad}$$

*Nota: Tomado de la publicación Programa de Desarrollo del TPM, P. 35-40. Por Shirose, K. (1991), Edición en español Tecnología de gerencia y producción S.A.*

**Figura 5:**

*Indicador de medición del OEE*

$$\text{Disponibilidad (tasa de operación)} = \frac{\text{Tiempo de carga} - \text{Tiempo de paradas}}{\text{Tiempo de carga}}$$

$$\text{Tasa de Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de ciclo ideal} * \text{Output}}{\text{Tiempo de carga} - \text{Tiempo de paradas}}$$

$$\text{Tasa de calidad} = \frac{\text{Cantidad de productos aceptables}}{\text{Cantidad total (Input)}}$$

En el mantenimiento productivo total los problemas de operación de los equipos deben ser monitoreados y agrupadas para reducir las pérdidas.

**Figura 6:**

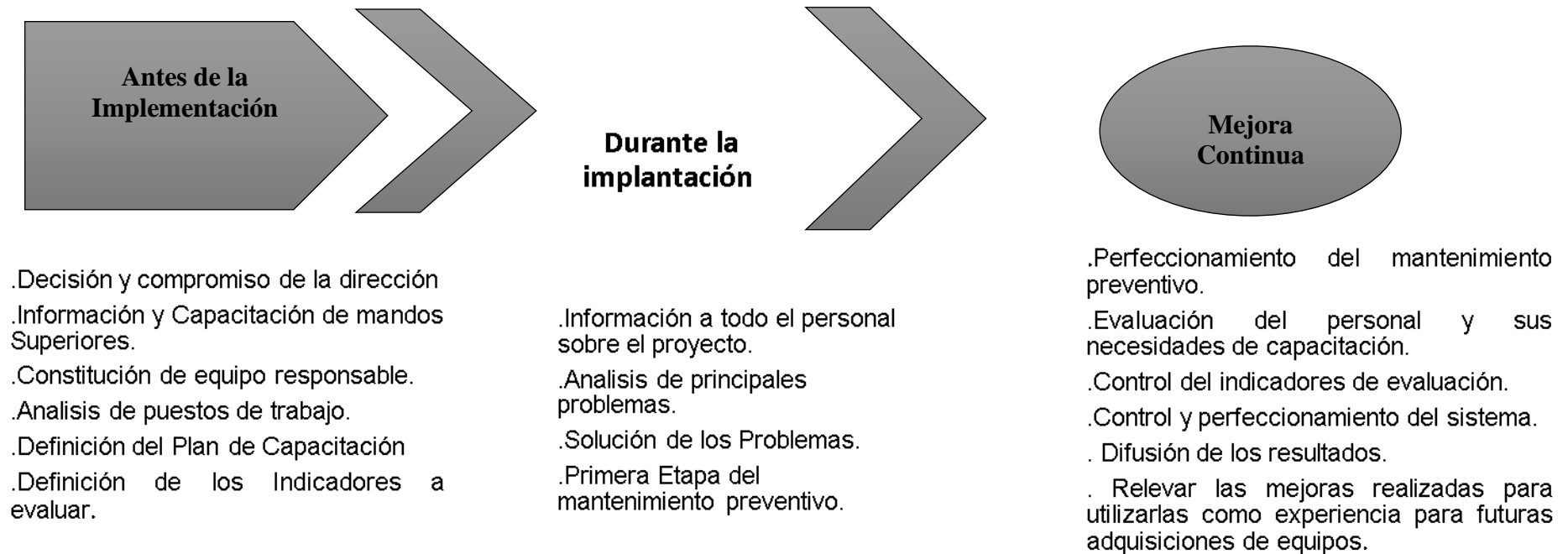
*Las seis grandes pérdidas.*

*Nota: Tomado del libro “TPM en industrias de procesos”, por Suzuki, T. (2017), P. 148.*



**Figura 7:**

*Etapas para implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM)*



**Nota:** Tomado del libro “TPM en industrias de procesos”, por Suzuki, T. (2017), P. 148.

Se plantea un programa de mantenimiento autónomo, describiendo el procedimiento para la implementación de uno de los primeros pilares de Mantenimiento Productivo Total (TPM), propuesto por SEAS (2012) en su libro titulado “Gestión del mantenimiento I” afirmo lo siguiente:

Se describe la evaluación de cada una de las etapas de este procedimiento y la retroalimentación de los indicadores respectivos, en este caso el Mean Time To Repair (MTTR). Este indicador hace referencia al tiempo promedio que demora la reparación de las máquinas que participan en el proceso productivo de las mezcladoras de concreto, en la cual ocurren averías menores.

Cabe resaltar que el fin del mantenimiento autónomo es enseñar a los operarios cómo mantener las máquinas que participan en la producción de mangueras hidráulicas llevando a cabo lo siguiente según SEAS (2012):

- Verificaciones diarias
- Reemplazo de partes accesorias (Eliminar fuentes de contaminación)
- Reparaciones básicas
- Detectar de manera temprano condiciones anormales en los equipos

Mientras que según Morales (2012), un mantenimiento autónomo se enfoca en el mantenimiento del equipo, considerando el estado de deterioro, se debe mejorarlo lenta pero ininterrumpidamente, obteniendo casi nuevo y luego mejorado en su diseño y automatización.

Programa de mejoramiento de producción, según Suzuki, T. (2017) desarrollado en eliminar 16 pérdidas del proceso productivo según nos afirma dicho autor:

“Fallas del equipo, deficiencias en ajustes y puesta a punto, perdidas en tiempo por variación de repuestos, perdidas al iniciar, paradas menores, fallas al disminuir velocidad de las máquinas, defectos y re trabajos, pérdidas de tiempo en despeje de líneas , perdidas por



manejo administrativo, perdidas por tiempo y movimientos, perdidas logísticas en compras, perdidas por distribución de personal, perdidas en ajustes , perdidas por uso inadecuado de energía y otros servicios, defectos en calidad, perdidas por uso grupo interdisciplinario compuesto por personal administrativo, , seguimiento y definición de metas, encargado de análisis y solución de estos problemas a través de técnicas y graficas de control” (pág. 152).

Tareas para inicio de manejo del equipo, se desarrolla los procedimientos escritos adecuados para la compra, puesta en marcha y operación, garantizando su operación, los encargados del equipo deben saber operar al detalle y realizar mantenimiento adecuado (Suzuki, 2017).

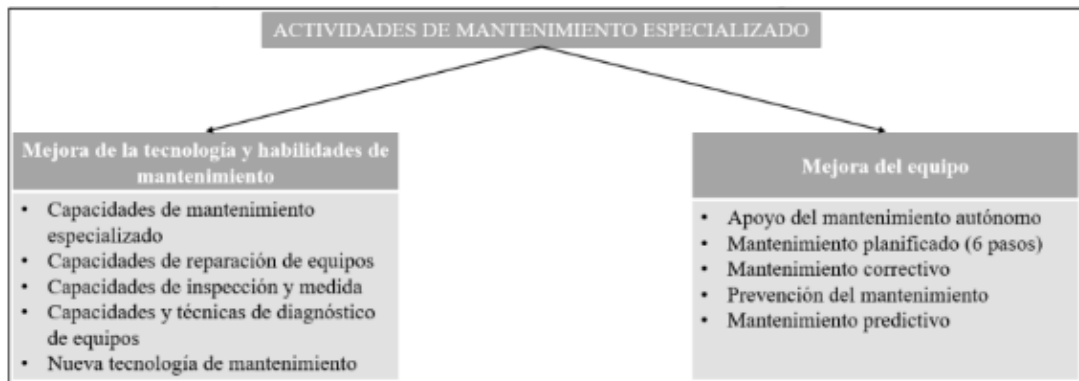
Programa de liderazgo, además Suzuki, T. (2017) desarrolla un plan de liderazgo donde crea y entrena líderes de tareas de mantenimiento y gestión. Los trabajadores de la empresa deben ser líderes de un proyecto o programa.

Programa de mantenimiento progresivo, según Morales (2012) se desarrolla un programa para implementar tecnología, mantenimiento predictivo, mantenimiento sistémico, mantenimiento correctivo Planeado.

Mantenimiento Planeado, consiste en la planificación, realización y evaluación de las actividades formado por un sistema de gestión especializado. Los operarios realizan tareas, el primero consiste mejorar equipos y segunda mejora las capacidades y tecnologías. En la figura 3 se percibe las dos actividades que se implementan en el mantenimiento planificado. (Suzuki, T., 2017).

**Figura 8:**

*Tipos de actividades del mantenimiento especializado*

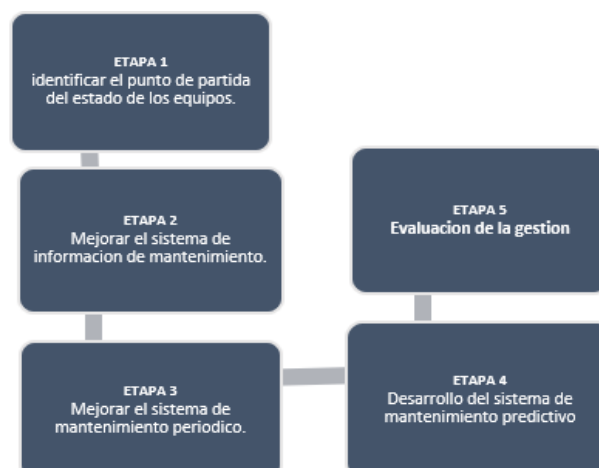


*Nota: Tomado del libro “TPM en industrias de procesos”, por Suzuki, T. (2017), P. 148.*

A la vez según Juan Morales (2012), con respecto a dichos pasos sugeridos por el instituto japonés de mantenimiento (JIPM) son esenciales para una adecuada implementación del mantenimiento planificado. Se trata de implementar, entender y mantener un estándar para realizar planificaciones de mantenimiento en las empresas que se muestren interés en darle una mejor vida útil a sus máquinas.

**Figura 9:**

*Procedimiento para el Pilar de Mantenimiento Planeado*



*Nota: Tomado de la publicación “Implementación de mejoras basadas en el Mantenimiento Productivo Total en el área de envasado de la empresa KIKKO CORPORATION S.A.”, por Salazar, C. (2021), Ingeniería*

**Industrial (TPM)**

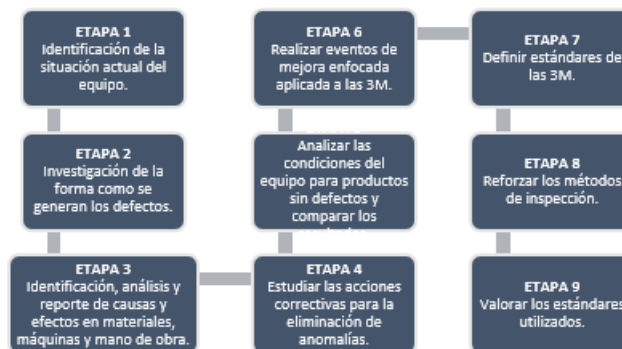
Normalmente personas con liderazgo llevan con éxito los programas específicos y realizan los entrenamientos por especialistas.

Columna del mantenimiento de la calidad, desarrolla un análisis de parámetros de una metodología de mantenimiento, como: Ordenes de trabajo ejecutados, órdenes recibidas, tiempos de paro de equipo, horas productivas, tiempo entre fallas, costos de mantenimiento, costos de producción, horas de mantenimiento preventivo, horas de correctivo, etc. (Suzuki, 2017).

Para el desarrollo de esta causa se tomará en cuenta el cuarto columna de la gestión de TPM, llamado Mantenimiento de la Calidad. Se muestran las etapas para el desarrollo del pilar de Mantenimiento de la Calidad (Salazar, 2021).

**Figura 10:**

*Procedimiento para el pilar de Mantenimiento de la Calidad.*



**Nota:** Procedimiento para el Pilar de Mantenimiento de la Calidad tomado del libro “Ingeniería Industrial” de Salazar, C. publicado en el 2021.

Programas específicos de seguridad, ambiental y buenas prácticas, según Suzuki, T. (2017) establece que cada equipo de mantenimiento autónomo donde define mediante gráficos, los procedimientos seguros, no contaminantes y de buenas prácticas de manufactura

antes de empezar un procedimiento de mantenimiento y estandarizan para no volverlo a redactar, para tareas iguales. Se debe trabajar con un equipo de especialistas internos o externos que asesoren en la implementación.

Para oficinas administrativas se aplica el TPM similar a producción, considerando el producto de gestión administrativa como la información contable y recursos humanos. Para producción se base en las 5 S. (SEAS, 2012).

Además, Morales, J. (2012) nos indica que dicha implementación se empieza con la limpieza y organización de material administrativo, eliminando lo innecesario, para disminuir al máximo el material escrito se utiliza la computadora, cuyos registros irán a archivos.

Se utilizan en las comunicaciones los correos electrónicos, con estudio de asesoría por expertos externos, se definen tareas, establece funciones que presentan duplicidad o ineficiencias. Realizando entrenamientos necesarios (Suzuki, 2017). La importancia de aplicar TPM, según Suzuki, T. (2017) indica las razones importantes para la mayoría de Empresas Multinacionales y Nacionales han adoptado los programas de mantenimiento productivo total.

Los resultados significativos con una inversión en tiempo, recursos humanos y económicas se logra una disminución de datos en los equipos, minimización de tiempos en vacío y paradas, reducir defectos de calidad, aumento de la producción, reducción de los costos de Personal, inventarios y accidentes (Morales, 2012)

El TPM transforma una planta sucia, cubierta de aceite y grasa, con fugas de vapor, aire comprimido y desperdicios, para trabajar en un ambiente grato y seguro. Los clientes y visitantes pueden verificar gratamente estos cambios, mejorando la confianza en los productos y en la calidad. (Suzuki, 2017).

Se produce un cambio, según Suzuki, T. (2017) a medida que las tareas de T.P.M empiezan a rendir resultados concretos. El personal se motiva, aumenta el trabajo en equipo y

se produce la mejora.

El mantenimiento preventivo debe implementar todos los programas y buscar los recursos para prevenir que (Morales, 2012) los equipos fallen, que oculten problemas, se presenten pérdidas, se presenten accidentes, se presenten defectos de calidad.

El principio cero defectos implica (Morales, 2012), cero defectos 100% productos de calidad, cero paradas de equipo: cero paradas no planeadas, cero incidentes, cero accidentes, cero desperdicios: Ningún de trabajo, ninguna pérdida de tiempo.

Suzuki, T. (2017) nos indica que todos deben de trabajar en equipo para lograr los objetivos, licencia en todas las tareas, los programas de T.P.M. El mantenimiento Total Productivo esta soportado en columnas tales como liderazgo, organización, mejoramiento continuo, mantenimiento autónomo, mantenimiento progresivo, capacitación y entrenamiento.

Mantenimiento Preventivo suzuki, T. (2017) en su libro nos indica que no es procedimiento, es una ideología de principios básicos para cada persona adecue a sus propias necesidades, según la empresa.

Principios básicos y mantenimiento preventivo:

- Programación de Inspecciones.
- Tareas de inspección tales como lubricación, calibraciones, ajustes y limpieza.
- Programación de esas tareas repetitivas.
- Programación de tareas repetitivas en fechas calendario perfectamente definidas.
- Control de esas tareas repetitivas con base a formatos de ficha técnica.
- Ventajas preventivas de un programa de mantenimiento.

Un programa de Mantenimiento Preventivo tiene las siguientes ventajas:

- Disminuyen los paros imprevistos del equipo (Suzuki, 2017).
- Mejora de la eficiencia de equipos y producción. (Suzuki, 2017).
- Reparaciones confiables por parte de mantenimiento. (Suzuki, 2017).
- Después del tiempo de estabilización del programa, se obtienen una disminución económica real (Suzuki, 2017).

Limitaciones del mantenimiento preventivo, son las siguientes: Aumento de costos de mantenimiento. (Suzuki, 2017). Fechas calendario que antes no se llevaban a cabo, sino que se trabajaba, y otros insumos posiblemente aumenten (Suzuki, 2017).

Aumento de costos administrativos por de diseño de formatos, registro de equipo, búsqueda de información consignación de datos, programación, etc. (Suzuki, 2017).

Al inicio dificultad para el mantenimiento correctivo, el personal ocupado en programas preventivo. (Suzuki, 2017). Paradas de producción por programas de inspecciones, lubricación etc. (Suzuki, 2017). Criticas al inicio por mantenimiento correctivo (Morales, 2012).

Si no se respetan las fechas y frecuencias programadas, el programa no funcionará (Morales, 2012). El líder de un programa preventivo debe tener una excelente comunicación y relaciones con todos los departamentos de la empresa. No se pueden esperar resultados importantes hasta después de 1 año de implementación de un programa de Mantenimiento Preventivo (Morales, 2012).

Programa de mantenimiento preventivo, se debe tener las siguientes recomendaciones:

- Recopile toda la información histórica posible sobre el tiempo de inactividad de la máquina. (Suzuki, 2017).
- Realizar un examen detallado de todos los equipos para determinar

(Suzuki,2017).

- Que equipos requieren tanto mantenimiento correctivo programado.
- Que equipos formarán parte del programa inicial de mantenimiento preventivo.
- Que trabajos se deben efectuar
- Cuál sería el costo del mantenimiento correctivo programado.
- Tiempo y las necesidades de personal para realizar el correctivo, programado y el preventivo programado.

Realizar el mantenimiento correctivo programado inicial (Suzuki, 2017):

- Evaluar los costos separados para el mantenimiento correctivo planificado (Suzuki, 2017).
- Ejecución de Cedulación, i.e. provisión de números de identificación Para todos los equipos en la fábrica de acuerdo con las normas Previamente establecidas (Suzuki, 2017).
- Elaborar los equipos a incluir en el programa de mantenimiento preventivo (Suzuki, 2017).
- Elaborar fichas técnicas, hojas de trabajo, hojas de vida, formatos, cómo realizar pruebas (Suzuki, 2017).
- Planificación inicial de la frecuencia y fechas calendario de las actividades de mantenimiento preventivo periódico (Suzuki, 2017).

Determinar que equipos inicialmente podrán seguir los siguientes criterios (Suzuki, 2017):

Evaluar los equipos críticos del proceso y estén presentando más fallas, en una parada detienen la producción. Las máquinas que presentan más averías tales como compresores, maquinas hidráulicas, tronzadoras.

Según Morales, J. (2012) nos indica que la identificación o marcaje de los equipos es necesaria para sistematizar y organizar la información, para permitir el cobro de los gastos de los equipos de acuerdo a ciertos códigos.

A medida que codificamos todo el equipo en la instalación, continuamos recopilando toda la información sobre el equipo y resumimos con gráficos o tablas de comparación. Esta información debe encontrarse en el historial del dispositivo. Contable, órdenes de trabajo, informes y registros de producción y, en última instancia, informes verbales de técnicos y funcionarios de confianza (Suzuki, 2017). La información recopilada servirá como base para la selección y durante su desarrollo demostrará los verdaderos beneficios del programa con la ayuda de estadísticas y números (Morales, 2012).

Implementación TPM, a través de Suzuki, T. (2017) nos dan a conocer que T.P.M. es un proceso que requiere la mayor atención y el mejor asesoramiento posible, porque es un plan a largo plazo, donde se requiere un gran esfuerzo no solo de los líderes.

La implementación del T.P.M. se realiza en cuatro fases, que pueden descomponerse en doce pasos (Suzuki, 2017): Preparación, introducción, implantación y consolidación.

Existen Fases de preparación donde se elabora una planificación, teniendo en cuenta los detalles mínimos, tratando de desarrollar los siguientes pasos:

Fase 1, la dirección anuncia su decisión de trabajar con el T.P.M; según Suzuki, T. (2017) nos indica que Todos los empleados deben comprender por qué T.P.M. fue presentado



en su empresa y esté seguro de sus necesidades. Es por ello que muchas empresas utilizan T.P.M para resolver problemas internos complejos y combatir las turbulencias financieras (Morales, 2012). Al asumir un compromiso, la alta dirección debe explicar su intención de seguir el T.P.M. hasta el final (Suzuki, 2017).

Fase 2, Educación introductoria para el T.P.M; Según Suzuki, T. (2017) nos dice que, por lo general, las empresas organizan cursos de capacitación con institutos o empresas profesionales, porque este es un programa integral que requiere mucha experiencia y suficientes recursos de aprendizaje. La capacitación es realizada por un equipo de especialistas, quienes transmiten la información a los empleados, asistidos por el contratista, para que todos los empleados sean capacitados y la comprensión de sus métodos. (SEAS, 2012).

Fase 3, Área para la promoción del T.P.M; se ve facilitada por la superposición de estructuras de camarilla en toda la organización, con una gestión para cada camarilla individual en un nivel superior. Alta dirección en sí también es un grupo pequeño. (Suzuki, pág. 149, 2017).

Fase 4, Ejecutar políticas y fines del T.P.M; según Suzuki, T. (2017) deben estar en todo de acuerdo a la visión y misión de la industria, metas estratégicas como negocio. Los fines numéricos en el máximo grado posible. Los fines deben ser desafiantes, pero alcanzables a mediano y largo plazo. Además, concretos, estrategias, metas, medidas para cada uno de los 8 pilares o Programas de T.P.M. (Suzuki, pag.150, 2017).

Según Morales, J. (2012) nos dice que Cada empresa marca sus propios objetivos, pero lo mejor es buscar la opinión de una agencia especializada en T.P.M., o de una empresa externa, para que puedan revisar o hacer recomendaciones para no perder el tiempo o ir en la dirección equivocada.

Cada objetivo debe definir tareas específicas en el T.P.M. en 8 pilares. Planificación coordinada sin superposición de funciones o tareas, aprovechando al máximo las actividades y reuniones del grupo (Suzuki, pág. 150, 2017). Una vez T.P.M. recomienda que sea revisado por una agencia especializada en T.P.M. o una empresa externa. Si no están directamente involucrados como consultores de diseño (Morales, 2012). Se debe tener en cuenta que se requiere un presupuesto con lineamientos claros, los mismos que deben ser monitoreadas. (Suzuki, pag. 150, 2017)

Fase 5, la etapa de introducción es la parte inicial del Proyecto del T.P.M, debe dar a conocer en una reunión para oficializar el proyecto empresarial de T.P.M. con invitaciones a clientes y proveedores (Suzuki, pag. 150, 2017). Se implementan y desarrollan los siguientes programas: Capacitación y entrenamiento que necesitan los trabajadores de mantenimiento. (Suzuki, pag. 152, 2017)

Desarrollo paso a paso cada una de los programas de Mantenimiento Autónomo enfocado en la mejora continua, se inicia con la limpieza para inspección y la practica en un equipo modelo (Suzuki, pag. 152, 2017)

Mientras que la clasificación de los Costos, según Menesby, E. (2013) menciona que los costos se clasifican de la siguiente manera:

De acuerdo con la función en la que se incurren: Los costos de producción, son los que se generan en el proceso de transformar la materia prima en productos terminados (Menesby, 2013).

La materia prima, es el costo de materiales integrados al producto; por ejemplo, la malta utilizada para producir cerveza; el tabaco para producir cigarrillo, etc. (Menesby, 2013).

La mano de Obra, es el costo de la mano o recurso humano que interviene

directamente en la transformación del producto, por ejemplo: el salario de un obrero que está en la línea de producción (Menesby, 2013).

Los gastos de fabricación Indirectos, son los costos que intervienen en la transformación de un producto, con excepción de la materia prima y la mano de obra directa, como, por ejemplo, el sueldo del supervisor, mantenimiento, energéticos, depreciación (Menesby, 2013).

Los costos de distribución o venta, son los que se incurren en el área que se encarga de llevar el producto desde la empresa hasta el último consumidor; como, por ejemplo: publicidad, comisiones (Menesby, 2013). Los costos de Administración, son los que se originan en el área administrativa, como sueldo del personal administrativo, teléfono, oficinas generales.

De acuerdo con su identificación con una actividad, departamento o producto, Torres (2006), lo clasifica en:

Los costos directos, es el que identifica plenamente con una actividad, departamento o producto; por ejemplo: sueldo correspondiente a la secretaria del director de venta, es un costo directo para el departamento de ventas, la materia prima es directa para el producto (Menesby, 2013).

Los costos indirectos, son los que no se pueden identificar con una actividad determinada; por ejemplo: la depreciación de maquinaria, o el sueldo del director de producción. Algunos costos son duales; es decir, son directos e indirectos al mismo tiempo, como el sueldo del gerente de producción es directo para los costos del área de producción, pero es indirecto para el producto, eso depende de la actividad que se esté analizando.

De acuerdo con el tiempo cuando que fueron calculados, Menesby, E. (2013), lo clasifica en:

Los costos históricos, son los que incurrieron en un determinado período, por ejemplo, los costos de productos vendidos o los costos de los que se encuentran en proceso; estos costos son de gran ayuda para predecir el comportamiento de los costos predeterminados (Menesby, 2013).

Los costos predeterminados, son los que se estiman con bases estadísticas y se utilizan para elaborar presupuestos (Menesby, 2013).

De acuerdo con su comportamiento, Menesby, E. (2013), lo clasifica en:

Los costos variables, cambian o fluctúan en relación directa a una actividad o volumen dado. Dicha actividad puede ser referida a producción o ventas; por 25

Ejemplo: la materia prima cambia de acuerdo con la producción y las comisiones dependiendo a las ventas.

Los costos fijos, son los que permanecen constantes dentro de un periodo determinado, sin importar si cambia el volumen; por ejemplo: los sueldos, la depreciación en línea recta, el alquiler del edificio. Dentro de los costos fijos tenemos dos categorías:

Los costos semivARIABLES o semifijos, según Menesby, E. (2013) están integrados por una parte fija y una variable; son ejemplos característicos los servicios públicos, la luz, el teléfono.

De acuerdo con la importancia sobre la toma de decisiones: Los costos relevantes, se modifican o cambian de acuerdo con la opción que se adopte, también se les conoce como diferenciales; por ejemplo: cuando se produce la demanda de un pedido especial existiendo capacidad ociosa; en este caso, los únicos costos que cambian si se acepta el pedido son los de materia prima, energético, fletes, etc. La depreciación del edificio permanece constante, por lo que los primeros son relevantes, y el segundo irrelevante para la toma de decisión (Menesby, 2013).

Los costos irrelevantes, son aquellos que permanecen inmutables sin importar el curso de acción elegido (Menesby, 2013).

La evaluación de los costos operativos según Horngren (2013), indica que para medir los costos operativos de una empresa se utiliza los componentes o elementos que conforman el costo de operación de una actividad o una unidad organizativa dentro de una empresa.”

Costos fijos. Su denominación proviene de su carácter constante y de su independencia respecto del comportamiento del volumen (Horngren, 2013). Algunos ejemplos de costos fijos:

Los materiales, que se usa para la prestación del servicio son aquellos gastos en artículos, necesarios para el funcionamiento de la empresa, tales como: combustibles y lubricantes de automóviles y camionetas al servicio de las oficinas de la planta, gastos de papelería impresa, artículos de oficina, etc. (Horngren, 2013).

En cambio, la remuneración, sólo para los trabajadores que prestarán el servicio, como los salarios del personal administrativo (Horngren, 2013). Además, los gastos financieros, son los gastos que se ha generado en las entidades financieras, como los préstamos, intereses (Horngren, 2013). Mientras que marketing, son los gastos que se ha generado por gastos publicitarios.

Alquileres: Son aquellos gastos por conceptos de bienes muebles e inmuebles, así como servicios necesarios para el buen desempeño de las funciones ejecutivas, técnicas y administrativas de una empresa, tales como: rentas de oficinas y almacenes, servicios de teléfonos (Horngren, 2013).

Los Costos variables, según Menesby, E. (2013), son aquellos que aumentan o disminuyen en forma directamente proporcional al volumen de producción (varían con el nivel de actividad). En virtud de ello, cada unidad adicional que se elabora, origina un

incremento en los costos totales en una cantidad igual al valor de costo variable unitario del bien fabricado. Son pues, variables, en términos acumulativos:

A la vez los servicios Públicos, esta partida comprende los siguientes conceptos: electricidad, teléfono, agua, aseo e Internet Menesby, E. (2013).

También los gastos de Personal suelen comprender los siguientes conceptos: sueldos y salarios, de los personales del servicio de vigilancia y limpieza Menesby, E. (2013).

Mientras que la depreciación y Amortización son las cuentas que conforman este rubro son los siguientes: amortización de póliza de seguro y programa computarizado, depreciación de edificaciones, aire acondicionado, equipo de comunicación, mobiliario de clínica y oficina, cocina, etc. Menesby, E. (2013).

Y por último los gastos de Mantenimiento, comprende los siguientes conceptos: mantenimiento de instalaciones, mobiliario, cocina y comunicaciones, aire acondicionado y maquinarias Menesby, E. (2013).

De acuerdo a Moreno (2016), en su artículo El Flujo de Caja y su importancia en la toma de decisiones nos indica lo siguiente: El flujo de caja es un estado financiero que describe el flujo de ingresos y gastos de una empresa durante un período de tiempo. La diferencia entre los ingresos y los gastos se denomina balance o flujo neto y, por lo tanto, es un indicador importante de la liquidez de una empresa. Si el saldo es positivo, significa que los ingresos son mayores que los gastos (o gastos) del período; si es negativo, los gastos son mayores que los ingresos

El Valor Actual Neto (VAN), de acuerdo a Velayos (2017) es un punto de referencia de inversión que implica actualizar los ingresos y gastos de un proyecto o inversión para comprender cuánto ganará o perderá la inversión. También conocido como valor actual neto (VAN), valor actual neto o valor actual neto (VAN).

El VPN se utiliza para generar dos tipos de decisiones: primero, para determinar si una inversión es factible y, segundo, para determinar qué inversión es absolutamente mejor que otra. Los criterios de decisión van a ser los siguientes:

- $VAN > 0$ : El valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida generará beneficios.
- $VAN = 0$ : El proyecto de inversión no generará ni beneficios ni pérdidas, siendo su realización, en principio, indiferente.
- $VAN < 0$ : El proyecto de inversión generará pérdidas, por lo que deberá ser rechazado.

La tasa interna de Retorno, de acuerdo a Sevilla (2017) La tasa interna de retorno (TIR) es la tasa de interés o rendimiento que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de la ganancia o pérdida de la inversión del monto no deducido del proyecto. Los criterios de selección son los siguientes, donde “k” es la tasa de flujo de caja descontada elegida para el cálculo del VAN:

- Si  $TIR > k$ , el proyecto de inversión será aceptado. En este caso, la tasa de rendimiento interno que obtenemos es superior a la tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión.
- Si  $TIR = k$ , estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero. En esta situación, la inversión podrá llevarse a cabo si mejora la posición competitiva de la empresa y no hay alternativas más favorables.
- Si  $TIR < k$ , el proyecto debe rechazarse. No se alcanza la rentabilidad mínima que le pedimos a la inversión.

Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR] según Baca, G. (2010) en su libro Evaluación de Proyectos nos indica que comenzar un negocio requiere una inversión inicial, el capital que lo constituye. Las inversiones pueden provenir de diferentes fuentes: solo de personas físicas (inversionistas), de estas personas con personas jurídicas (otras empresas), inversores y entidades de crédito (bancos) o de una combinación de inversores, personas jurídicas y bancos. Sin embargo, lo es inversión de capital, cada uno tendrá costos asociados a su capital aportado, y una empresa así formada tendrá su propio costo de capital.

A continuación, se analizará detalladamente cómo se calcularía este costo cuando se presentan mezclas de capitales como las mencionadas

A través de Baca (2010), primero debe ser tal su ganancia que compense los efectos inflacionarios y, en segundo término, debe ser un premio o sobretasa por arriesgar su dinero en determinada inversión. Cuando se evalúa un proyecto en un horizonte de tiempo de cinco años, la TMAR calculada debe ser válida no sólo en el momento de la evaluación, sino durante los cinco años. El índice inflacionario para calcular la TMAR de la figura 11, debe ser el promedio del índice inflacionario pronosticado para los próximos cinco años. Los pronósticos pueden ser de varias fuentes, nacionales (como los pronósticos del Banco de México) o extranjeros (como los pronósticos de Ciemex-Wefa y otros).

Con respecto al valor del premio al riesgo que deba ganarse, la respuesta no es fácil, pero en términos generales se considera que un premio al riesgo, considerado ahora como la tasa de crecimiento real del dinero invertido, habiendo compensado los efectos inflacionarios, debe ser entre 10 y 15%. Esto no es totalmente satisfactorio, ya que su valor debe depender del riesgo en que se incurra al hacer esa inversión y, de hecho, cada inversión es distinta (Baca, 2010).



## Figura 11 :

*Costo de capital o tasa mínima aceptable de rendimiento*

$$TMAR = i + f + (i * f)$$

i = Inflación

f = premio al riesgo

**Nota:** Formula de tasa mínima aceptable de rendimiento tomado del libro “Evaluación de Proyectos” de Baca, G. publicado en el 2010.

A continuación, se presentará el glosario de termino:

### CAPACITACION

Se refiere a actividades educativas para ampliar los conocimientos de los trabajadores. Esto permite a los empleados adaptarse a las demandas ambientales cambiantes, mejorando así el rendimiento laboral.

### MANTENIMIENTO

Es una actividad funcional sobre la vida operativa del equipo, todo usuario es consciente de que durante esta se producirán cambios irreversibles.

### MANTENIMIENTO AUTONOMO

Es una etapa de la preparación que está enfocada al área de producción y está relacionada en la implantación del TPM por parte del comité. En la etapa de implantación se realiza la formación del personal. Se fija al inicio y se corrige luego.

### MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento es la evaluación constante de los equipos, maquinarias e instalaciones, también son los trabajos de reparación y revisión necesarias para garantizar la conservación del sistema principal.

### **Problema:**

¿Cuál es el impacto de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total en los costos operativos de una empresa metalmecánica, en la ciudad de Trujillo - 2021?

### **Objetivos**

#### **Objetivo general:**

Determinar el impacto de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total en los costos operativos en una empresa metalmecánica, en la ciudad de Trujillo - 2021.

#### **Objetivos específicos:**

- Diagnosticar la situación actual del área de mantenimiento de una empresa metalmecánica, de la ciudad de Trujillo 2021.
- Identificar las metodologías de la Ingeniería Industrial que se pueden aplicar para reducir los costos operativos en la gestión de mantenimiento de la línea de producción de mangueras hidráulicas de una empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021.
- Determinar los costos operativos antes de la aplicación del Mantenimiento Productivo total en una empresa metalmecánica, de la ciudad de Trujillo 2021.
- Aplicar el Mantenimiento Productivo Total en una empresa metalmecánica, de la ciudad de Trujillo 2021.
- Determinar los costos operativos después de la aplicación del Mantenimiento Productivo total en una empresa metalmecánica, de la ciudad de Trujillo 2021.
- Evaluar económicamente los resultados obtenidos de la aplicación del Mantenimiento Productivo total en una empresa metalmecánica, de la ciudad de Trujillo 2021.

### **Hipótesis:**

La aplicación del Mantenimiento Productivo Total reduce los costos operativos en una empresa metalmeccánica, Trujillo-2021.

**Justificación**, con respecto a la justificación se evalúa en diversos criterios tales como:

**Criterio Teórico**, con la realización de este estudio se cubrirán vacíos cognitivos para el rubro de una empresa metalmeccánica. Haciendo uso de conceptos teóricos en la gestión del Mantenimiento. Del mismo modo, en el desarrollo del proyecto se utilizarán conceptos básicos que todo Ingeniero Industrial debe conocer y manejar.

**Criterio Aplicativo**, nos indica que el proyecto propone la aplicación de diferentes metodologías en el área de Mantenimiento con la finalidad de reducir un porcentaje significativo de los elevados costos operacionales presentados por la empresa; como resultado, la empresa metalmeccánica de la ciudad de Trujillo, 2021. Evidenciará una mejora en su situación económica.

**Criterio Valorativo**, se decidió analizar el estado actual de una empresa metalmeccánica de la ciudad de Trujillo, 2021. Buscando detectar los problemas con mayor incidencia y repercusión en el área de Mantenimiento, con esto se logrará plantear diversas propuestas de mejora con el fin de que la empresa disminuya sus costos operativos, optimice sus procesos y sea más productiva.

**Criterio Académico**, donde nos dice que el presente trabajo tiene como fin académico servir de ayuda a la realización de futuros estudios con respecto al área de Mantenimiento. De igual manera, el proyecto aplica mejoras en una empresa metalmeccánica Trujillo, 2021. Haciendo uso de diversos conocimientos adquiridos durante el estudio de nuestra carrera

profesional. Como autor, estoy totalmente convencido de que nuestro estudio será de gran apoyo para la formación de nuevas generaciones de profesionales.

**Aspecto ético,** en dicho trabajo de investigación la información utilizada en el presente documento goza del 100% de veracidad porque el autor tuvo contacto directo con una empresa metalmeccánica de la ciudad de Trujillo, 2021. En dicha empresa fue donde realizo sus prácticas Profesionales contando con el acceso a información de primera mano otorgada por el Jefe administrativo de dicha empresa.

## CAPÍTULO II. MÉTODO

### 2.1 Tipo de investigación

**Por la orientación,** según su orientación dicho estudio sería una Investigación aplicada. El fin del estudio aplicada es solucionar un problema, concentrándose en la búsqueda y consolidación de conocimientos para incrementar su cultura (Bernal, pág. 110, 2010).

**Por el diseño,** según su diseño el trabajo de estudio es pre experimental; ya que a través del autor Bernal, A. (2010) nos indica que dicho diseño presenta el más bajo control de variables y no efectúan asignación aleatoria de los sujetos al experimento.

Es por ello que afecta a los parámetros, se analizarán las fallas encontradas y se presenta una solución.

**Tabla 1:**

*Diseño Transversal*

Grupo	Asignación	Pre Prueba	Tratamiento	Post Prueba
GE		01	X	02

*Donde:*

*GE: Grupo de estudio*

*01: Pre Test Costos Operativos antes de la aplicación TPM*

*02: Post Test Costos Operativos después de la aplicación TPM*

*X: Aplicación del Mantenimiento Productivo Total*

## 2.2 Población, muestra y muestreo

**Población**, para el siguiente trabajo de investigación se utilizará como población a todos los procesos de una empresa metalmeccánica de la ciudad de Trujillo, 2021.

**Muestra**, para dicho estudio son los procesos del área de mantenimiento que participan en la línea de producción de Mangueras hidráulicas de una empresa metalmeccánica de la ciudad de Trujillo, 2021.

**Muestreo**, será de tipo no probabilístico por conveniencia; Según Bernal, A. (2010) nos indica que este tipo se da cuando no existen criterios que deban considerarse para que una persona pueda ser parte de la muestra. Cada elemento del conjunto puede ser un miembro y es elegible para participar en la muestra.

### 2.3 Técnica e instrumentos:

En la siguiente tabla se detallan las técnicas e instrumentos a utilizar en el estudio.

**Tabla 2:**

*Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos*

<b>Técnicas</b>	<b>Justificación</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Aplicado en</b>
<b>Observación de campo</b>	Permite observar las áreas de trabajos, la colaboración de cada trabajador en el área de mantenimiento de la empresa metalmeccánica.	Cuaderno de campo Hojas de verificación	En el área Mantenimiento donde comprenden los procesos de la línea de producción de mangueras hidráulicas.
<b>Entrevistas</b>	Permite determinar la gestión a través de una entrevista al personal que labora en la metalmeccánica realizando la gestión de mantenimiento de costos operacionales.	Guía de entrevista Cuestionario	Personal que labora en el área de mantenimiento
<b>Análisis de documento</b>	Nos permite utilizar información autentica obteniendo una base de datos en el área de mantenimiento en línea de producción de mangueras hidráulicas.	Base de datos, Excel. SAP Cuaderno de apunte	Base de datos de la empresa de Estudio y en el área de proceso de mangueras hidráulicas
<b>Encuesta</b>	Nos permite analizar los factores que participan en el área de mantenimiento de la empresa.	Guía de encuesta Cuestionario	Personal que labora en el área de mantenimiento

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Entrevista:**

La entrevista se realizará al encargado del área; al administrador Cesar

**Objetivos:**

Determinar la situación actual de la empresa. De tal manera puntualizar el problema fundamental en el área de mantenimiento que está directamente relacionados con los elevados costos operacionales.

**Parámetro:** 50 minutos

**Procedimiento:**

Con el fin de obtener la información necesaria para conocer dicha problemática. Los resultados obtenidos se muestran mediante las siguientes herramientas.

**Tabla 3:**

*Técnicas de estadísticas descriptivas*

<b>Herramienta</b>	<b>Descripción</b>
Diagrama de Ishikawa	Se elabora dicho diagrama para determinar las causas efectos de la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021.
Matriz de priorización	Se ordenan las causas raíces de mayor a menor impacto
Pareto	Se determinan las causas raíces principales que tengan un impacto de un 80% en el problema
Matriz de indicadores	La Matriz de indicadores se utilizan para evaluar la problemática de la empresa tanto en el diagnostico actual y mejorado de dicha empresa.
Diagrama de flujo	Se elabora para describir los procesos o actividades de dicha empresa

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Procesamiento de información Estadística descriptiva:**

- Hoja de cálculo de Excel
- Microsoft Word
- Block de Notas



## Procedimientos

### 2.4.1. Operacionalización de Variables

**Tabla 4:**

*Operacionalización de variables indicadores y formulas*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	FORMULA
<b>Variable independiente:</b> Aplicación del Mantenimiento Productivo total	El TPM tiene como objetivo maximizar la eficiencia de los equipos mediante la implementación de un modelo integral de mantenimiento de la producción que cubre todo el ciclo de vida de las máquinas, involucrando así a todas las áreas relacionadas con los equipos (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con plena participación del personal, desde emisiones de producción a la gestión, incentivos o actividades de pequeños grupos de voluntarios (Suzuki, 2017).	Se detalla que para el siguiente estudio de investigación se aplicara tres pilares de mantenimiento: el Pilar de Mantenimiento Autónomo, capacitación y entrenamiento es el de enseñar a los operarios cómo mantener las máquinas en buen estado ( SEAS, 2012); por otro lado Suzuki, T. (2017) para el mantenimiento planeado consiste en la planificación, realización y evaluación de las actividades formado por un sistema de gestión especializado; para el pilar de Mantenimiento de la Calidad se enfoca el análisis de indicadores de Gestión de Mantenimiento existen procedimientos establecidos en Ingeniería (Salazar, 2021); además se utilizara la metodología 5 s como base para la implementación de dichos pilares antes mencionado ya que dicha metodología es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo (Rey, 2005).	<i>% en actividades de mantenimiento</i>	<i>(Horas de capacitación manto/ horas de capacitación Total)*100</i>
			<i>% de Aplicación del TPM</i>	<i># de pilares aplicados/# DE Pilares totales del TPM</i>
<b>Variable dependiente:</b> Costos Operativos de una empresa metalmecánica	Mientras que Sánchez (2021), menciona que cuando hablamos de costos operativos, nos referimos al monto en efectivo o desembolsos de dinero o la utilización de los recursos con la finalidad de obtener un servicio determinado contribuyendo con la sociedad.	Al referirse a esta definición se utilizara los costos operacionales para hallar tanto el diagnostico actual y mejorado; además el porcentaje de reducción de costos el cual nos servirá para tener una visión de cuanto se redujo y de esa manera obtener el beneficio de dichos costos (Menesby, 2013).	<i>Costos Operacionales</i>	<i>(Costo antes de la aplicación Mntto planificado + Impl. Calidad, + Impl. Mtto autónomo + Impl. 5S)</i>
			<i>% Reducción de costos</i>	<i>(Costo Final - costo inicial)/Costo final)*100</i>

**Fuente: Elaboración Propia**

### **Misión de la empresa**

Industria dedicada a proveer al mercado trujillano maquinarias de calidad para la construcción, agro-industria entre otros, somos participantes de grandes proyectos industriales para empresas locales, funciones que se continúa realizando hasta hoy en día.

### **Visión de la empresa**

Ser una empresa rentable y competitiva, reconocida nacionalmente por suministrar productos de alta calidad, con procesos eficientes que nos permitan satisfacer a nuestros clientes que gustan de productos de calidad. Distribuir nuestro producto directamente al consumidor, a través de nuestras oficinas de ventas que estarán ubicadas en las principales ciudades del Perú.

### **Clientes Internos.**

Los clientes internos del área de logística están conformados por todo el personal de la empresa pertenecientes al área operaciones, planta y áreas administrativas; a quienes se les abastece de EPPS, herramientas y accesorios de carros, y útiles de escritorio.

Las áreas son las siguientes:

- Gerencia
- Recursos Humanos
- Mantenimiento
- Maquinaria
- Contabilidad

A la vez dicha empresa metalmecánica, cuenta con una amplia cartera de clientes,  
siendo algunos de

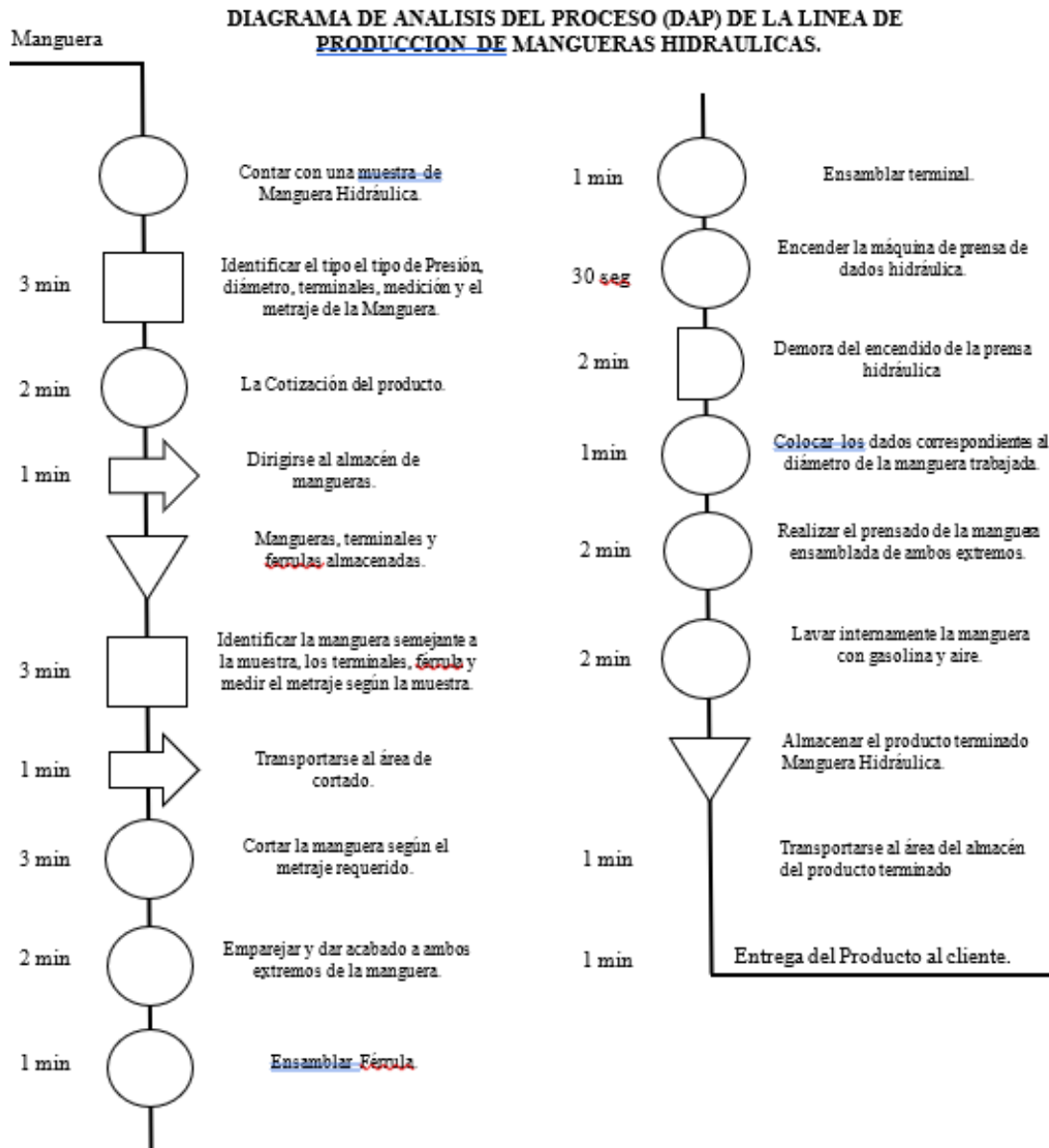
estos los siguientes:

- Dm Agroindustrial S.A.C.
- Bv Ingenieros S.A.C.
- Gloria S.A.
- Municipalidad Provincial De Trujillo
- Municipalidad Gran Chimú
- Jca Contratistas Generales S.R.L.
- Lift Truck Perú S.A.
- Municipalidad Provincial De Santiago De Chuco
- Posada Perú S.A.C.
- Reciclaje Integral E.I.R.L.
- La Torre Quilcate José Carlos
- Perú Verde E.I.R.L.
- Agroindustrias San Simón S.A.
- Fabricaciones Metálicas Turesta E.I.R.L.
- JC Tracto E.I.R.L.
- Consultores Y Ejecutores Sudameric S.A.C.
- Kvc Contratistas S.A.C.

### Diagnóstico del área problemática (DOP)

**Figura 12:**

*Diagnóstico del área problemática*

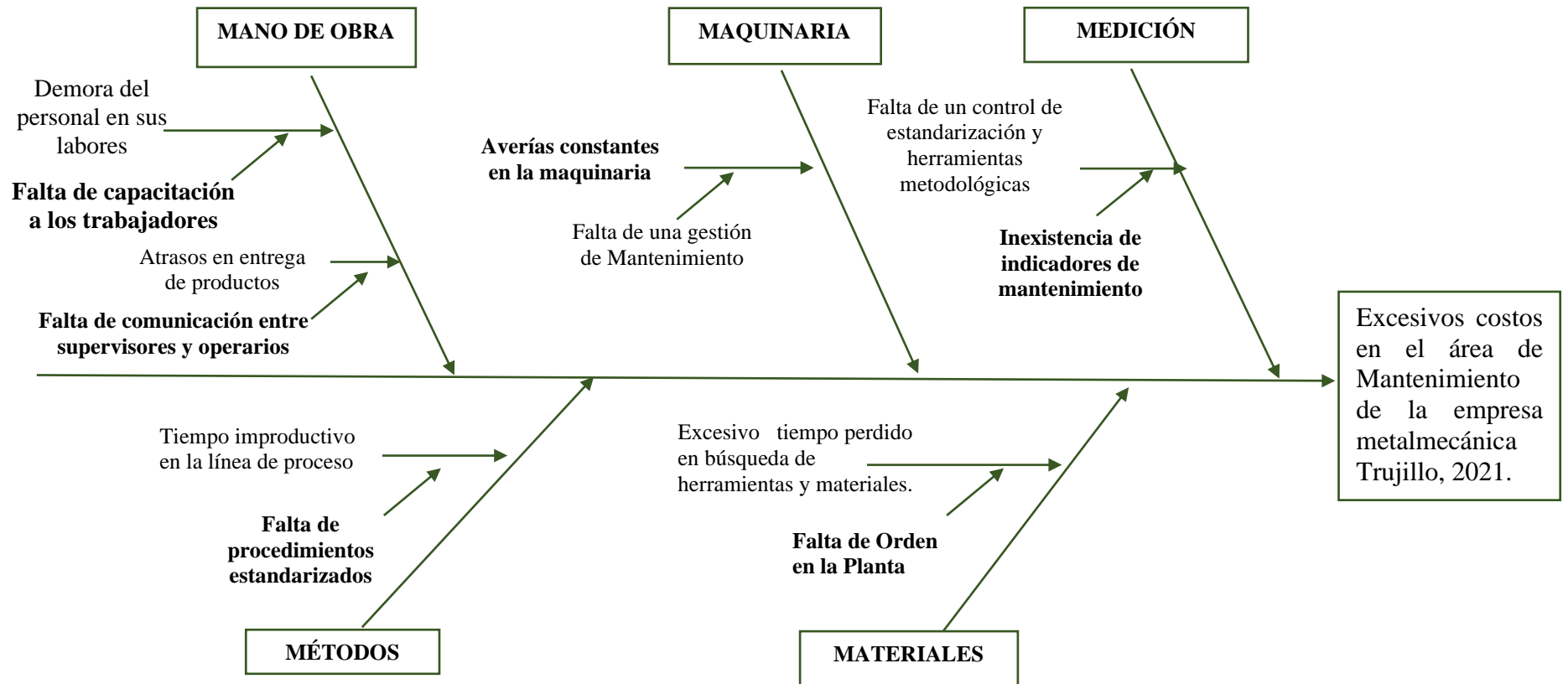


Fuente: Elaboración Propia, 2021

**Ishikawa**

**Figura 13:**

*Diagrama de Ishikawa en el Área de Mantenimiento*



Fuente: Elaboración Propia, 2021.

Mediante la siguiente Tabla N° 5 podemos observar las causas raíces identificadas mediante el diagrama de Ishikawa en el área de mantenimiento de la línea de producción de mangueras hidráulicas.

**Tabla 5:**

*Cuadro resumen de las causas raíces de Ishikawa*

<b>CAUSAS RAICES EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>		
<b>CRITERIOS</b>	<b>CAUSA</b>	<b>CAUSA RAIZ</b>
<b>CR 01</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES
<b>CR 02</b>		FALTA DE COMUNICACION ENTRE SUPERVISOR Y OPERARIO
<b>CR 03</b>	<b>MAQUINARIA</b>	AVERIAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA
<b>CR 04</b>	<b>MEDICION</b>	INEXISTENCIA DE INDICADORES
<b>CR 05</b>	<b>METODOS</b>	FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS
<b>CR 06</b>	<b>MATERIALES</b>	DESORDEN EN PLANTA

Fuente: Elaboración Propia, 2021

### Matriz de Priorización

Después de haber identificado las causas raíces mediante el diagrama de Ishikawa en el área de mantenimiento de la línea de producción de mangueras hidráulicas, se realizó la priorización a través de un diagrama de Pareto para determinar las causas de mayor impacto según los costos mensuales en los que incurre la empresa.

**Tabla 6:**

*Matriz de Priorización*

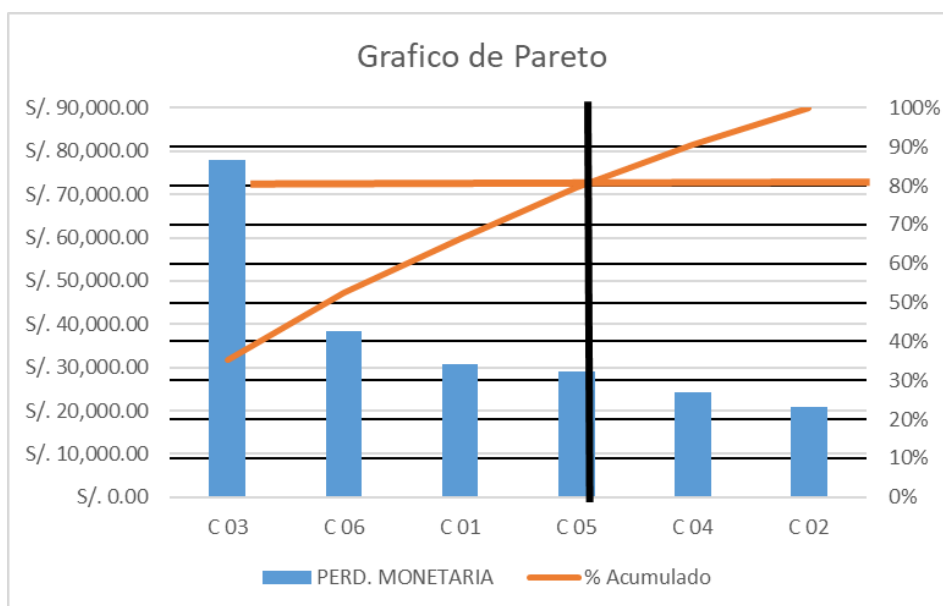
<b>PARETO</b>				
<b>CAUSA</b>	<b>PERD. MONETARIA</b>	<b>%</b>	<b>Acumulado</b>	<b>% Acumulado</b>
<b>C 03</b>	<b>S/. 77,854.38</b>	35%	S/. 77,854.38	35%
<b>C 06</b>	<b>S/. 38,511.33</b>	17%	S/. 116,365.71	53%
<b>C 01</b>	<b>S/. 30,679.69</b>	14%	S/. 147,045.39	66%
<b>C 05</b>	<b>S/. 29,101.88</b>	13%	S/. 176,147.27	80%
<b>C 04</b>	<b>S/. 24,203.64</b>	11%	S/. 200,350.91	91%
<b>C 02</b>	<b>S/. 20,898</b>	9%	S/. 221,248.91	100%
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 221,248.91</b>	100%		

Fuente: Elaboración Propia, 2021

Después del análisis realizado, se determinó que, del total de las 6 causas raíces, se tienen que desarrollar la 4 primera seleccionada según su nivel de priorización. De las 6 causas raíces presentadas, las 4 primeras de ellas son la de mayor impacto y son las que afectan directamente los elevados costos operativos de dicha empresa metalmeccánica ubicada en la ciudad de Trujillo, 2021. En la siguiente tabla se detallan los costos por causa raíz:

**Figura 14:**

*causas raíces y sus costos*



Fuente: Elaboración Propia, 2021

**Tabla 7:**

*Cuadro resumen final de las causas raíces de Ishikawa*

RESUMEN DE PÉRDIDAS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO			
CRITERIOS	CAUSA	CAUSA RAIZ	PERD. MONETARIA
CR 01	MANO DE OBRA	FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES	S/. 30,679.69
CR 02	MAQUINARIA	AVERIAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA	S/. 77,854.38
CR 03	METODOS	FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS	S/. 29,101.9
CR 04	MATERIALES	DESORDEN EN PLANTA	S/. 38,511.33

Fuente: Elaboración Propia, 2021

## Matriz de Costos

**Tabla 8:**

*Matriz de Costos actual y esperados para el año 2021*

<b>CR</b>	<b>DESCRIPCION DE LA CAUSA RAIZ</b>	<b>COSTO ACTUAL S/. (AÑO)</b>	<b>COSTO PROYECTADO (AÑO)</b>	<b>AHORRO / BENEFICIO (AÑO)</b>	<b>HERRAMIENTA DE MEJORA</b>
<b>CR 01</b>	<b>Falta de Capacitación a los trabajadores</b>	S/. 30,679.68	S/. 11,837.39	S/ 18,842.30	Programas de Capacitación / Plan de Mantenimiento
<b>CR 02</b>	<b>Averías constantes en la maquinaria</b>	S/. 77,854.32	S/. 43,810.17	S/ 34,044.21	Plan de Mantenimiento Preventivo
<b>CR 03</b>	<b>Falta de Procedimientos estandarizados</b>	S/. 29,102.40	S/. 5,700.00	S/ 23,401.88	Plan de Mantenimiento Preventivo
<b>CR 04</b>	<b>Desorden en Planta</b>	S/. 38,511.36	S/. 21,553.26	S/ 16,958.07	5'S
<b>TOTAL</b>		<b>S/ 176.147.76</b>	<b>S/ 82,900.82</b>	<b>S/ 93,246.45</b>	

Fuente: Elaboración Propia



## **Solución Propuesta**

### **Descripción de las causas raíces**

#### **Criterio: Mano de Obra**

##### **Causa 01: Falta de capacitación a los trabajadores**

También se realizará la solución propuesta para esta causa ya que es una de las que obtiene pérdidas moderadas y similar a la anterior nos referimos al monto de **S/. 2,556.64** soles mensual Además cuenta con restricciones que para nuestro criterio son trabajables como la falta de presupuesto destinado para capacitar a los operarios, a la vez la negativa del dueño, pero se decidió trabajarlo para darle el sustento correcto al dueño de la empresa demostrarle que el costo de implementación no es muy alto. Cabe resaltar que para esta causa se utilizara la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo N° 29783 y su modificatoria en Ley N° 30222.

#### **Criterio: Maquinaria**

##### **Causa 02: Averías constantes en la maquinaria**

Para realizar la solución propuesta se utilizó esta causa por pérdidas de dinero que ascienden a **S/. 6,487.86** soles mensuales ya que es la causa que mayor costo genera. Además cuenta con restricciones que para nuestro criterio son leves y trabajables como la inexistencia de un técnico especializado en el área de mantenimiento, Inexistencia de una planificación para el proceso de mantenimiento en las máquinas y la falta de presupuesto este último para nuestro criterio no repercute demasiado ya que el dinero utilizado para la dicha implementación se recupera debemos tomar en cuenta que no será un gasto si no una inversión cabe resaltar que para esta causa no se utilizara ningún estándar.

**Criterio: Método****Causa 03: Falta de Procedimientos estandarizados**

Se realizará la solución propuesta de esta causa ya que es una de las que obtiene pérdidas de dinero moderado un monto de **S/. 2,425.16** soles mensuales. Además, cuenta con restricciones que para nuestro criterio son leves y trabajables como el enfoque tradicional a las máquinas, no cuentan específicamente normas y políticas de la empresa y por último no existe un presupuesto destinado para capacitar y elaborar programas de mantenimiento. Este último para nuestro criterio no repercute demasiado ya que el dinero utilizado para la dicha implementación se recupera, debemos tomar en cuenta que no será un gasto si no una inversión. Cabe resaltar que para esta causa se utilizara el siguiente estándar: La empresa Agro Ángel indica que para realizar mantenimiento preventivo para las máquinas: Prensa hidráulica y tronzadora debería tomarse un tiempo de 25 y 40 minutos respectivamente. De esta manera el estándar ayudara a la realización de dicha mejora.

**Criterio: Materiales****Causa 04: Falta de orden en la planta**

Se realizará la solución propuesta de esta causa ya que se obtiene por pérdidas de dinero el monto de **S/. 3,209.28** soles mensuales, además es una de las causas con mayor costo. Además, se utilizará el siguiente estándar CCS (Consejo Colombiano de Seguridad) para el aprovechamiento de espacio. Cabe resaltar que para esta causa no se utilizara ninguna restricción.

## Monetización de Perdidas

### MANO DE OBRA

**Tabla 9:**

*CAUSA 01: Falta de capacitación a los trabajadores*

CAUSA	FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES	
EVIDENCIA		
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b>		
NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES	7	TRABAJADORES
NÚMERO DE TRABAJADORES EN ÁREA	2	TRABAJADORES
SUELDO PROMEDIO - MANTTO	S/. 1,200.00	SOLES / MES
MONTO PAGADO MANTTO/MES	S/. 2,400.00	SOLES / MES
# MANTTOS REALIZADOS / MES	12	MANTTOS / MES
DÍAS LABORABLES/ MES	24	DÍAS/MES
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA
VALOR DE VENTA UNITARIO	S/. 75.00	SOLES/ P. TER
PORCENTAJE UTILIDAD	45.00%	% <u>UT</u> / P.TER
UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	25	UND/ DIA
<b>CÁLCULO DE PÉRDIDA</b>		
TPO ESTANDAR POR MANTTO CORRECTIVO	1.56	HOR/ MANTTO
TPO TOTAL MANTTOS CORRECTIVOS	18.70	HOR/ MES
COSTO POR TPO DE PARA POR MANTTO CORRECT.	S/. 584.38	SOLES/ MES
UND NO PRODUCIDAS POR PARA	58.4375	UND / MES
UTILIDAD NO PERCIBIDA POR UND NO PROD.	S/. 1,972.27	
COSTO TOTAL POR FALTA DE CAPACITACION	S/. 2,556.64	SOLES /MES

Fuente: Elaboración Propia

### **Interpretación:**

Para la causa Falta de capacitación al personal, se obtuvo información a través de una encuesta (anexos) e informaciones relevantes proporcionada por la empresa mediante reportes, que se realizó para poder evaluar el rendimiento de los trabajadores, el número de unidades no producidas por para y el tiempo perdido por mantenimientos Correctivos, además de la utilización de la técnica de Observación tomando datos que ayuden al análisis de dicha causa.

Se realizó un análisis general por medio de los datos que nos proporcionó la empresa como el número de trabajadores en el área de mantenimiento, el sueldo promedio de cada uno de ellos, el monto Total pagado en el área de mantenimiento, numero de mantenimientos realizados al mes, los días laborables al mes que son 24 días/mes y nos informaron que trabajan con un turno de 8 horas/ día.

Se nos proporcionó también el valor de venta unitario, el porcentaje de utilidad y el número de unidades producidas por día, a la vez se halló el tiempo estándar por mantenimiento Correctivo que fueron 1.56 horas/Mtto, información obtenida por la empresa, por lo tanto, con los números de mantenimiento realizados al mes que fueron 12 mantenimientos/mes se halló el tiempo total por mantenimiento Correctivo que es de 18.7 horas/mes.

Por medio de las unidades producidas al mes, conociendo las horas laborables por día y el tiempo total por mantenimiento Correctivo se halló las unidades no producidas por para que son 59 mangueras /mes, que viene hacer un promedio de 3 mangueras/día además se realizó el costo por tiempo de para por mantenimiento correctivo y a la vez las utilidades no percibidas por unidades no producidas. En conclusión, esto nos generó un costo total por falta de capacitación de **S/ 2,556.64** soles al mes y **S/ 30,679.68** soles al año.

## MAQUINARIA

**Tabla 10:**

*CAUSA 02: Averías constantes en la maquinaria*

CAUSA	AVERÍAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA	
<b>EVIDENCIA</b>		
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b>		
NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES	7	TRABAJADORES
NÚMERO DE TRABAJADORES EN ÁREA	2	TRABAJADORES
SUELDO PROMEDIO - PROD.	S/ 1,200.00	SOLES / MES
MONTO PAGADO PROD./MES	S/ 2,400.00	SOLES / MES
# MANTENIM. CORRECTIVOS / MAQUINA-MES	12	MC/ MAQ-MES
NÚMERO DE MAQUINAS EN EL PROC. PRODUCT	2	MAQUINAS
TIEMPO PROMEDIO X M. CORRECT	1.56	HR / MC
OPERARIOS QUE REALIZAN M.C.	1	OP / MC
MONTO A PAGAR POR SERVICIO ELECT	S/ 2,000.00	SOLES / MES
COSTO DE MATERIALES POR M. CORREC	S/ 80.00	SOLES / MC
PRODUCTOS TERMINADOS/ DIA	25.00	P. TER/ DIA
DÍAS LABORABLES/ MES	24	DÍAS/MES
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA
VALOR DE VENTA UNITARIO	S/ 75.00	SOLES/ P. TER
PORCENTAJE UTILIDAD	45.00%	% UT / P.TER
<b>CÁLCULO DE PÉRDIDA</b>		
# PRODUCTOS TER. / DIA	25	P. TER. /DIA
P. TER / MES	600	P. TER /MES
TPO. MANTTO CORRECTIVO / MES	18.7	HR / MES
COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	CMC: CMAT+MOD+CINS+GGEN+LCES	
COSTO DE MATERIALES	S/ 960.00	SOLES / MES
COSTO POR MANO DE OBRA	S/ 116.88	SOLES / MES
COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	S/ 194.79	SOLES / MES
COSTO POR UND NO PRODUCIDAS	S/ 1,972.27	SOLES / MES
COSTO TOTAL X MANT. CORRECTIVO EN MAQ.	S/ 6,487.86	SOLES / MES

Fuente: Elaboración Propia

### **Interpretación:**

Para la siguiente causa Averías constantes en la maquinaria, se obtuvo información a través de una encuesta (anexos), información obtenida en campo y fotos (anexos), que se realizó en la empresa, para poder evaluar el costo total por mantenimiento correctivo, en donde se reducirá el número de mantenimiento en la línea de producción de mangueras/mes mediante la implementación de una gestión de mantenimiento.

Se realizó un análisis general por medio de los datos que nos proporcionó la empresa como el número de trabajadores en el área de mantenimiento, el sueldo promedio de cada uno de ellos, el monto Total pagado en el área de mantenimiento, numero de mantenimiento correctivos por máquinas al mes, numero de máquinas en el proceso productivo al mes, los días laborables al mes que son 24 días/mes, entre otros; además nos informaron que trabajan con un turno de 8 horas/ día.

Conociendo el número de productos terminados por día y el número de días laborables por mes; se halló el número de productos terminados por mes que es de 600 mangueras/mes. A la vez se halló el tiempo de mantenimiento Correctivo que fueron 1.56 horas/mes.

Se hallaron los costos de mantenimiento correctivo por las 2 máquinas que participan en el proceso productivo de las mangueras mediante los costos de materiales, costo por mano de obra, costo de energía eléctrica y costo por unidades no producidas. En conclusión, esto nos generó un costo total por mantenimiento correctivo de **S/. 6,487.86** soles al mes y **S/ 77,854.32** soles al año.

## METODO

*Tabla 11:*

*CAUSA 3: Falta de procedimientos estandarizados*

<b>CAUSA                      FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS</b>		
<b>EVIDENCIA</b>		
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b>		
<b>NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES</b>	<b>7</b>	<b>TRABAJADORES</b>
<b>NÚMERO DE TRABAJADORES EN ÁREA</b>	<b>2</b>	<b>TRABAJADORES</b>
<b>SUELDO PROMEDIO - MANTTO</b>	<b>S/ 1,200.00</b>	<b>SOLES / MES</b>
<b>MONTO PAGADO MANTTO/MES</b>	<b>S/ 2,400.00</b>	<b>SOLES / MES</b>
<b># MANTTOS REALIZADOS / MES</b>	<b>12</b>	<b>MANTTOS / MES</b>
<b>DÍAS LABORABLES/ MES</b>	<b>24</b>	<b>DÍAS/MES</b>
<b>HOR. LABORABLES / DIA</b>	<b>8</b>	<b>HORAS/DIA</b>
<b>VALOR DE VENTA UNITARIO</b>	<b>S/. 70.00</b>	<b>SOLES/ P. TER</b>
<b>PORCENTAJE UTILIDAD</b>	<b>45.00%</b>	<b>% UT / P.TER</b>
<b>UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA</b>	<b>25</b>	<b>UND/ DIA</b>
<b>CÁLCULO DE PÉRDIDA</b>		
<b>TPO ESTANDAR POR MANTTO CORRECTIVO</b>	<b>1.56</b>	<b>HOR/ MANTTO</b>
<b>TPO TOTAL MANTTOS CORRECTIVOS</b>	<b>18.70</b>	<b>HOR/ MES</b>
<b>COSTO POR TPO DE PARA POR MANTTO CORRECT.</b>	<b>S/ 584.38</b>	<b>SOLES/ MES</b>
<b>UND NO PRODUCIDAS POR PARA</b>	<b>58.4375</b>	<b>UND / MES</b>
<b>UTILIDAD NO PERCIBIDA POR UND NO PROD.</b>	<b>S/ 1,840.78</b>	<b>SOLES/ MES</b>
<b>COSTO TOTAL POR FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS</b>	<b>S/ 2,425.16</b>	<b>SOLES /MES</b>

Fuente: Elaboración Propia

### **Interpretación:**

En esta causa Falta de procedimientos estandarizados, se obtuvo información a través de visitas con respecto a las maquinarias que participan en el proceso productivo de mangueras hidráulicas que se evidenciaran por fotos (ver Figura 05 y 06) que se realizó en la empresa, para poder evaluar el costo total por falta de procedimientos estandarizados y de esa manera reducir el tiempo improductivo, mejorar la productividad y eficiencia de las maquinarias además de la producción en la línea de proceso, en la empresa.

Se realizó un análisis general por medio de los datos que nos proporcionó la empresa como el número de trabajadores en el área de mantenimiento, el sueldo promedio de cada uno de ellos, el monto Total pagado en el área de mantenimiento, numero de mantenimiento realizados por mes, los días laborables al mes que son 24 días/mes y nos informaron que trabajan con un turno de 8 horas/ día.

Se nos proporcionó también el valor de venta unitario, el porcentaje de utilidad y el número de unidades producidas por día.

Conociendo el número de mantenimientos realizados por mes y el tiempo estándar por mantenimiento correctivo se halló el tiempo total de mantenimiento correctivos que es de 18.7 horas/mes.

Al conocer las unidades no producidas por para de 59 unidades/mes, el valor de venta unitario, y el porcentaje de utilidad; nos dan una utilidad no percibida por unidad no producidas de S/ 1,840.80 soles. En conclusión, esto nos generó un costo total de **S/ 2,425.16** soles al mes y de **S/ 29,101.92** soles al año por falta de procedimientos estandarizados.



## MAQUINARIA

*Tabla 12:*

*CAUSA 04: Falta de orden en la planta*

CAUSA FALTA DE ORDEN EN LA PLANTA			
<b>EVIDENCIA</b> FOTOS			
<b>DATOS GENERALES</b>			
# ACT REALIZADAS / DIA	20		ACTIV. /DIA
HOR. LABORABLES / DIA	8		HORAS/DIA
PRODUCTIVIDAD (ACT/H)	2.5		ACTIV/HOR
COSTO DE MANO DE OBRA	1200		SOLES
DIAS LABORABLES POR MES	24		DÍAS
COSTO DE MANO DE OBRA POR HORA	6.25		SOLES/HORA
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b>			
PRODUCCIÓN MENSUAL	600		UNIDADES
PRECIO DE VENTA	70		SOLES
<b>CALCULO</b>			
Rosas (2014) explica que estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implementada la herramienta 5S, demuestran que la aplicación de las 3 primeras S reduce el 14% de los costos de Mantenimiento.			
COSTO MANTENIMIENTO MENSUAL	REDUCCION X 5S		REDUCCIÓN NO PERCIBIDA
S/ 6,487.86	14.00%		S/ 908.30
El Ing. Guillermo Wyngaard, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, determinó que cuando sus empleados laboran en un ambiente desordenado, invierten un 10% de su tiempo en realizar actividades que no agregan valor al proceso (trabajos y movimientos innecesarios, esperas y búsquedas).			
TIEMPO OPERATIVO (HR/MES)	C. OPERATIVO	TPO - 10 % POR MEJORA	NUEVO COSTO OPERATIVO
18.70	S/ 2,556.64	16.83	S/ 2,300.98
<b>COSTO TOTAL DE LA PERDIDA</b>			<b>S/ 3,209.28</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

**Interpretación:**

En la última causa Falta de orden en la planta, se obtuvo información a través de visitas en el área de mantenimiento que se evidenciaran por fotos (Anexos), que se realizó en la empresa, para poder evaluar el costo total de pérdida en materiales y reducir el tiempo operativo.

Se realizó una recopilación de información por medio de los datos que nos proporcionó la empresa como el número de actividades realizadas por día en planta, horas laborables por día, se halló la productividad de las actividades por hora, se halló la mano de obra en soles, se halló la mano de obra en soles y los días laborables al mes que son 24 días/mes.

Se nos proporcionó también las unidades de producción que son 25 mangueras/día, al mes serian 600 unidades producidas además del precio de venta del producto producido que es de S/ 70 soles.

Conociendo el número de mantenimientos realizados por mes y el tiempo estándar por mantenimiento correctivo se halló el tiempo total de mantenimiento correctivos que es de 18.7 horas/mes.

Por medio de una fuente proporcionada por Rosas (2014) explica que estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implementada la herramienta 5S, demuestran que la aplicación de las 3 primeras S reduce el 14% de los costos de Mantenimiento, conociendo los costos por mantenimiento mensual en la empresa que es de S/ 6.487.86 soles se aplica la referencia de la reducción que se generaría por aplicar la metodología 5s esto nos genera una reducción no percibida de S/ 908.30 soles.

Por medio de una fuente proporcionada por el Ing. Guillermo Wyngaard,

perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, determinó que cuando sus empleados laboran en un ambiente desordenado, invierten un 10% de su tiempo en realizar actividades que no agregan valor al proceso (trabajos y movimientos innecesarios, esperas y búsquedas), es por ello conociendo nuestro tiempo operativo de 18.7 hora/mes, nuestros costos operativos de S/ 2.556.64 soles obtenidos por los costos por tiempo de mantenimiento correctivo más la utilidad no percibida por unidades no producidas, y aplicándolo la referencia se obtiene un nuevo tiempo operativo de 16.83 esto nos generaría un nuevo costo operativo de S/ 2.300.98 soles. En conclusión, esto nos generó un costo total de **S/ 3,209.28** soles al mes y **S/ 38,511.36** soles al año por falta de orden en la planta.

## **Solución de la propuesta: desarrollo de herramientas**

### **C 04: DESORDEN EN PLANTA IMPLEMENTACION DE LAS 5S**

En la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021., para que cumpla con sus indicadores debe implementar una cultura de la mejora continua.

Según Manuel Suárez (2007), este manual servirá para orientar a todo el personal, en la implementación. Se trata de dar las pautas para entender, implementar y mantener un sistema de orden y limpieza en la empresa, a partir del cual se puedan sentar las bases de la mejora continua y de unas mejores condiciones de calidad, seguridad y medio ambiente de toda la empresa.

## INSPECCION Y VERIFICACION ANTES DE LA IMPLEMENTACION DE LA 5S

**Tabla 13:**

*Formato De Evaluación Para La Implementación De La Metodología 5s*

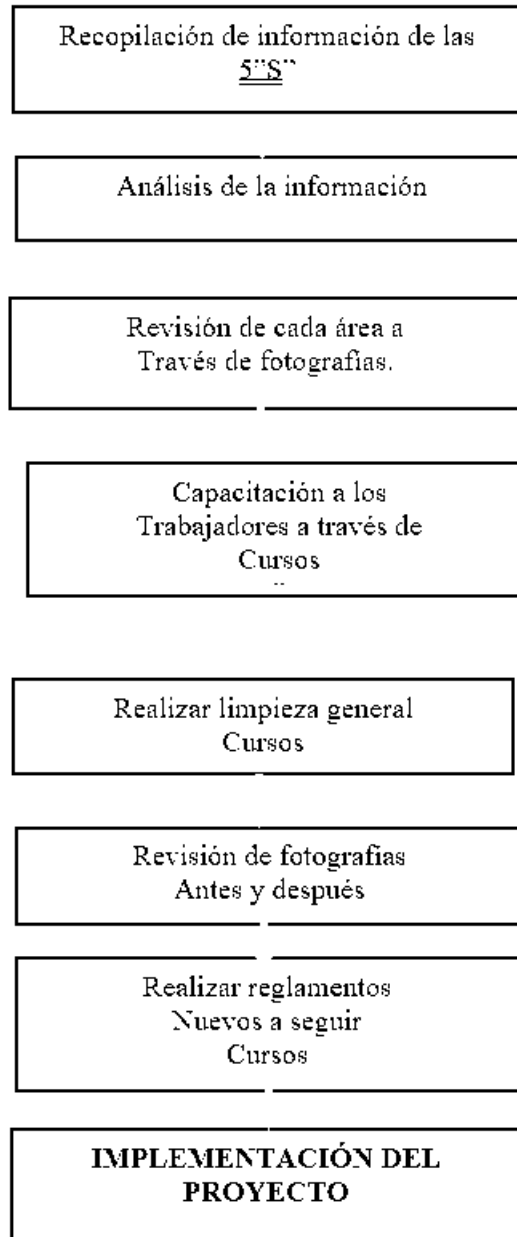
FORMATO DE EVALUACIÓN			Calif.
<b>Seleccionar</b>			
1	Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso	2	
2	El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso	1	
3	Existen objetos sin uso en los pasillos	0	
4	Pasillos libres de obstáculos	1	
5	Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso	1	
6	Se cuenta con solo lo necesario para trabajar	2	
7	Los cajones se encuentran bien ordenados	1	
8	Se ven partes o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado	1	
9	Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente	1	
10	El área está libre de cajas de papeles u otros objetos	1	
<b>SUB TOTAL</b>		<b>11</b>	<b>13%</b>
<b>Ordenar</b>			
11	Las áreas están debidamente identificadas	1	
12	No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo	1	
13	Los botes de basura están en el lugar designado para éstos	2	
14	Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, carpetas, etc.)	0	
15	Todas las sillas y mesas están el lugar designado	1	
16	Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados y sólo se tiene lo necesario	1	
17	Todas las identificaciones en los estantes de material están actualizadas y se respetan	1	
<b>SUB TOTAL</b>		<b>7</b>	<b>8%</b>
<b>Limpiar</b>			
18	Los escritorios se encuentran limpios	1	
19	Las herramientas de trabajo se encuentran limpias	1	
20	Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas	2	
21	Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias	1	
22	Las mesas están libres de polvo, manchas y componentes de scrap o residuos.	2	
23	Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida	1	
<b>SUB TOTAL</b>		<b>8</b>	<b>10%</b>
<b>Estandarizar</b>			
24	Todos los contenedores cumplen con el requerimiento de la operación	1	
25	El personal usa la vestimenta adecuada dependiendo de sus labores	1	
26	Todas las mesas, sillas y carritos son iguales	1	
27	Todo los instructivos cumplen con el estándar	1	
28	La capacitación está estandarizada para el personal del área	0	
<b>SUB TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>5%</b>
<b>TOTAL</b>		<b>84</b>	<b>36%</b>
0 = Muy mal 1 = Mal 2 = Promedio 3= Bueno			

Guía de calificación
0 = No hay implementación
1 = Un 30% de cumplimiento
2 = Cumple al 65%
3 = Un 95% de cumplimiento

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Figura 15:**

*Diagrama de flujo con cada una de las actividades para la elaboración del desarrollo del proyecto para implementar 5" S*



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

## SEIRI-ORGANIZAR

Según Manuel Suárez (2007), el Seiri significa clasificar los materiales, retirando los innecesarios, para descartar lo que no se utilice.

La primera S, se va a tomar como guía la siguiente imagen, tomando solo algunos datos como referencia:

**Figura 16:**

*Esquema simplificado con respecto a SEIRI*



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

Seiri o Clasificar elimina del área o estación de trabajo todos aquellos elementos

Innecesarios y que no se requieren para realizar la labor, ya sea en áreas de producción o en áreas administrativas. Se incluyen, por ejemplo: herramientas, maquinaria, productos con defecto, papeles, documentos, utensilios, repuestos, entre otros.

Para la implementación de este primer pilar se siguen los pasos mostrados

**Figura 17:**

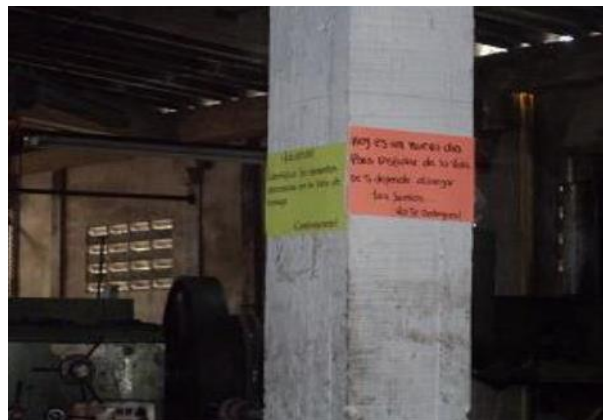
*1º S Procedimiento*



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Figura 18:**

*Ubicación de los carteles con los objetivos de cada etapa con respecto a dicha implementación:*



**FUENTE: FOTOGRAFIAS DE LA EMPRESA METALMECANICA**



**Figura 19:**

*Capacitación al personal de la empresa con respecto a la metodología 5 s*



**FUENTE: FOTOGRAFÍAS DE LA EMPRESA METALMECANICA**

**Tabla 14:**

*Lista de Elementos Innesarios*

<b>LISTA DE ELEMENTOS INNECESARIOS FINAL</b>	
<b>ARTICULOS</b>	<b>UBICACION</b>
Bandejas llenas de acoples obsoletas	ALMACEN DE MANTENIMIENTO
Residuos de Plásticos, metales.	
Cajas vacías	
Tubos de metales	
Sillas	DOBLADORA
Baldes vacíos y rotos	TORNO
Desecho de Torno	
llantas	
Cajas vacías	
mangueras malogradas	PRENSADORA
Acoples y Conectores derramados por el piso	
Sacos rotos	ACABADO

FUENTE: ELABORACION PROPIA

*Figura 20:*

*Diseño de una Tarjeta Roja*

<b>TARJETA ROJA</b>		N° 1
<b>Fecha :</b>	30 / 06 / 2018	
<b>Area o Puesto de trabajo:</b>	Almacen de Mantenimiento	
<b>Item:</b>	Bandejas llenas de Acoples absoletos	
<b>Cantidad:</b>	1	
<b>ACCION SUGERIDA</b>		
<input type="checkbox"/>	Agrupar en espacio separado	
<input type="checkbox"/>	Eliminar	
<input type="checkbox"/>	Reubicar	
<input type="checkbox"/>	Reparar	
<input checked="" type="checkbox"/>	Reciclar	
<b>Comentario :</b> Este Tipos de materiales es inncesario para dicho area es por eso que se debe Reciclar,		
<b>Fecha de Desecho:</b>	05 / 07 / 2020	

FUENTE: ELABORACION PROPIA

*Figura 21:*

*Colocación de Tarjetas Rojas*



FUENTE: FOTOGRAFIAS DE LA EMPRESA METALMECANICA

Del listado elaborado de los elementos por áreas en el primer paso, se tomaron las acciones mostradas en las siguientes tablas:

**Tabla 11:**

*Listado de acciones realizadas en la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021 con respecto a la línea de producción de mangueras hidráulicas*

<b>RETIRO DE ELEMENTOS INNECESARIO</b>	
Bandejas llenas de acoples obsoletas	Reciclar
Residuos de platicos, metales	Eliminar
Cajas vacías	Reciclar
Tubos de metales	Reciclar
Sillas	Reubicar
Baldes vacíos y rotos	Eliminar
Desecho de Torno	Eliminar
llantas	Eliminar
Cajas vacías	Reciclar
mangueras malogradas	Eliminar
Acoples y Conectores derramados por el piso	Reubicar
Sacos rotos	Eliminar

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Evaluación**, luego de la aplicación de cada uno de los pasos anteriores se procede a realizar una evaluación y un informe final sobre las decisiones tomadas.

**Tabla 15:**

*Evaluación de la 1° S*

EVALUACION DE LA PRIMERA S (SEIRI)						
CATEGORIA	ELEMENTO	10	7	4	1	COMENTARIO
SEIRI	<b>Distinguir entre lo necesario y lo que no lo es</b>					
	Han sido eliminados todos los articulos innecesarios ?		7			Se elimino los elementos innecesarios gracias a la elaboracion de la lista de elementos
	Estan todos los articulos restantes correctamente arreglados en condiciones sanitarias y seguras?	10				Se encuentran todas las maquinas y materiales correctamente arregladas
	Los corredores y areas de trabajo son los suficientemente limpias y señaladas ?	10				Se encuentran limpias y señaladas
	Los articulos innecesarios estan siendo almacenados en el almacen de tarjetas rojas y bajo las normas de buenas practicas de	10				Gracias a la elaboracion de tarjetas rojas se eliminaron y siguen eliminandose elementos innecesarios
	Existe un procedimiento para disponer de los articulos innecesarios?	10				Por supuesto que existe un procedimiento según Manuel Suárez (2007)
MONTO PARCIAL		40	7	0	0	
TOTAL		47				

CRITERIO	
TODOS	10
CASI TODOS	7
ALGUNOS	4
NUNCA	1

CALIFICACION	
SEIRI	94%

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

### BENEFICIOS DE USAR SEIRI

Sus beneficios son los siguientes:

- Se tendrá una optimización de espacio, consiguiendo un ambiente grato para trabajar y obteniendo una liberación de dicho espacio.
- Se tendrá las áreas de paso común y salidas, libres por si sucede algún incidente se pueda evacuar de manera rápida.

- Existirá un orden. “Cada cosa debe tener un sitio y cada sitio debe ser para una cosa”.

### **Seiton – Ordenar**

Para estandarizar se debe organizar, buscando ubicaciones para los diferentes materiales que se utilizan en la empresa.

La organización es la metodología de ordenar y arreglar, donde se ubican e identifican los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

#### **Figura 22:**

*2° S Procedimiento*



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Orden- estandarización.** Se determina un orden para los materiales necesarios en las diferentes áreas de la empresa, teniendo en cuenta la frecuencia de uso frecuente y ocasional para luego definir un estándar.

**Tabla 16:**

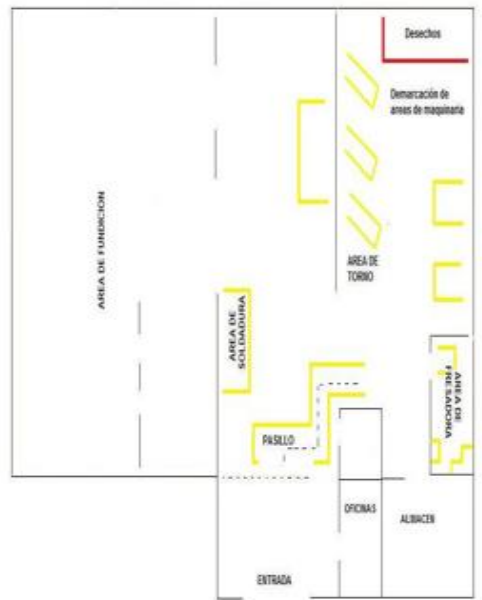
*Implementación de Orden 2° S*

<b>IMPLEMENTACION DE ORDEN 2S</b>		
<b>Nombre del elemento que necesito en mi puesto de trabajo</b>	<b>¿Dónde lo voy a ubicar? (teniendo en cuenta que tanto lo uso)</b>	<b>¿Cuántas Unidades necesito aquí en mi puesto?</b>
planchas metálicas de 2.5 x 1.5 metros	almacén de mantenimiento	20
Acoples y Conectores	almacén de mantenimiento	100
Maquina Dobladora	dobladora	1
Micrómetro	almacén de mantenimiento	1
Marcadores (plumones, tiza)	tronzadora	5
Torno	torneado	2
Maquina Prensadora	Prensado	1
llave de tubo	Prensado	1
Vernier	Prensado	1
Máquina de Soldar	Armado	1
Baldes vacíos	acabado	2
Caja de Herramientas	acabado	1
Gasolina	acabado	1
Sillas	almacén de mantenimiento	1
Acoples y Conectores derramados por el piso	almacén de mantenimiento	10

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Figura 23:**

*Señalización en la empresa Metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021.*



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Tabla 17: Evaluación de la 2° S**

CATEGORIA	ELEMENTO	10	7	4	1	COMENTARIO
SEITON	<b>Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar</b>					
	Existe un lugar específico para todo , marcado visualmente y bajo las normas de buenas		7			Existe un lugar específico para todos los elementos
	Esta todo en su lugar específico y bajo las normas de buenas practicas de manufacturas?	10				Se encuentran todos los elementos en un lugar específico
	Son los estandares y limites faciles de reconcoer ?	10				Los estandares y limites son faciles de reconocer
	Es facil reconocer el lugar para cada cosa?	10				Se logra reconocer el lugar para cada cosa
	Se vuelve a colocar las cosas en su lugar despues de usarlas?	10				Las cosas se colocan en su lugar luego de su uso
MONTO PARCIAL		40	7	0	0	
TOTAL		47				

CRITERIO	
TODOS	10
CASI TODOS	7
ALGUNOS	4
NUNCA	1

CALIIFICACION	
SEITON	94%

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

### **Seiso – Limpieza**

Consiste en eliminar el polvo y suciedad de todos los materiales de una empresa. Se procede a limpiar todo el puesto de trabajo, utensilios, máquinas, así como el suelo y las paredes.

Se realizan a cabo diversas actividades que permitirán tener un mayor control visual de la empresa.

#### **Figura 24:**

#### **3° S Procedimiento**



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**



**Tabla 18:**
*Plan de Limpieza*

AREA / PUESTO DE TRABAJO	OBJETIVO	DIRIGIDO A	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SET				OCT				NOV				DIC				REGISTRO	RESPONSABLE DE LIMPIEZA
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4						
ALMACEN DE MANTENIMIENTO	El objetivo de esta area es el de mantener el orden ademas de la limpieza esto ayudara a reducir tiempo y a la vez se reducen costos operativos.	PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCION	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	ACTA DE LIMPIEZA	Jualiana Torrejon Mendoza Pedro Gamboa Gonzales				
PUESTO DE TRONZADO	En este puesto el objetivo es el de mejorar el clima laboral , generar satisfaccion al operario brindandole un calido puesto de Trabajo.	PERSONAL DE MANTENIMIENTO	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	ACTA DE LIMPIEZA	Gustavo Salcedo Lopez								
PUESTO DE TORNEADO	En este puesto el objetivo es el de mejorar el clima laboral , generar satisfaccion al operario brindandole un calido puesto de Trabajo.	PERSONAL DE MANTENIMIENTO	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	ACTA DE LIMPIEZA	Oscar Taboada Sanchez								
PUESTO DE PRENSADO	En este puesto el objetivo es el de mejorar el clima laboral , generar satisfaccion al operario brindandole un calido puesto de Trabajo.	PERSONAL DE MANTENIMIENTO	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	ACTA DE LIMPIEZA	Jose Arrunategui Calvo								
AREA DE ACABADO	El objetivo de esta area es el generar orden y limpieza optima ya que las piezas llegar a esta ultima area y es en esta en donde debemos de generar un valor agregado a la calidad de nuestro producto , cabe resaltar que la calidad comienze desde el puesto de Tronzado pero en esta ultima es donde resalta mas.	PERSONAL DE MANTENIMIENTO Y PRODUCCION	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	ACTA DE LIMPIEZA	Melissa Mendoza Ramirez Daniel Leon Perez								

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Tabla 19:**

*Elaboración de un Plan de Limpieza para la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021.*

<b>ELABORACION DEL PLAN DE LIMPIEZA FINAL</b>	
AREA DE ALMACEN	Manual de Limpieza para el Área de almacén
PUESTO DE TRONZADO	Manual de Limpieza para el Puesto de Tronzado
PUESTO DE TORNEADO	Manual de Limpieza para el Puesto de Torneado
PUESTO DE PRENSADO	Manual de Limpieza para el Puesto de Prensado
AREA DE ACABADO	Manual de Limpieza para el Área de acabado

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Tabla 20:**

*Artículos de Limpieza*

ARTICULOS DE LIMPIEZA	
AREA DE ALMACEN DE MANTENIMIENTO Y MATERIALES	Escoba
	Recogedor
	Balde
	Detergente
PUESTO DE TRONZADO	Paños Industriales
	Escoba
	Recogedor
	Paños Industriales
PUESTO DE TORNEADO	Escoba
	Recogedor
	Paños Industriales
	Sopladora
	Detergente
PUESTO DE PRENSADO	Escoba
	Recogedor
	Paños Industriales
AREA DE ACABADO	Escoba
	Recogedor
	Paños Industriales
	Bolsas desechables

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Implementar**, en esta fase se ejecuta el Manual de limpieza elaborado.

**Tabla 21:**

*Hoja de Verificación – Evaluación Orden y Limpieza*

Realizada por: Marco Antonio Hidalgo Cabel		
AREA DE ALMACEN DE MANTENIMIENTO Y MATERIALES	SI	NO
¿Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni materiales innecesarios?	X	
¿Las características de los suelos, paredes y techos son tales que permiten su limpieza y mantenimiento?	X	
¿El pasillo y el interior del almacén están libres de obstáculos?	X	
¿Están los elementos necesarios en su lugar?	X	
PUESTO DE TRONZADO	SI	NO
¿Se encuentran limpios los surtidores de todo material innecesario?	X	
¿El puesto de Trabajo se encuentra libre de desperdicios?	X	
¿Las zonas de tránsito están libres de obstáculos?	X	
¿Se encuentra el área debidamente señalizada?	X	
PUESTO DE TORNEADO	SI	NO
¿Los suelos están limpios, sin desperdicios ni materiales innecesarios?	X	
¿El puesto de trabajo se encuentra libre de obstáculos?	X	
¿El puesto de trabajo se encuentra debidamente señalizada y ordenada?	X	
PUESTO DE PRENSADO	SI	NO
¿Se encuentran limpios los surtidores de todo material innecesario?	X	
¿El puesto de Trabajo se encuentra libre de desperdicios?	X	
¿Las zonas de tránsito están libres de obstáculos?	X	
¿El puesto de trabajo se encuentra debidamente señalizada y ordenada?	X	
AREA DE ACABADO	SI	NO
¿Los suelos están limpios, secos, sin desperdicios ni materiales innecesarios?	X	
¿El interior del arease encuentra libre de obstáculos?	X	
¿El área se encuentra debidamente señalizada y ordenada?	X	

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Evaluar.** Luego de la implementación de las anteriores actividades se procede a realizar la inspección de los sitios de trabajo para evaluar los resultados.

**Tabla 22:**

*Evaluación de la 3° S*

EVALUACION DE LA TERCERA S (SEISO)						
CATEGORIA	ELEMENTO	10	7	4	1	COMENTARIO
SEITON	<b>Limpieza y buscando metodos para mantenerlo limpio</b>					
	Son las areas de trabajo limpias, y se usan detergentes y limpiadores aprobados ?	10				Las areas y puestos de trabajo que participan en la linea de produccion de mangueras hidraulicas se encuentran limpias , gracias a la utilizacion de articulos de limpieza.
	Los equipos se mantiene en buenas condiciones y limpia?	10				Los articulos de limpieza se mantienen en buen estado .
	Es facil distinguir los materiales de limpieza, uso de detergentes y limpiadores aprobados ?	10				Es facil distinguir los materiales de limpieza ya que se encuentran guardados en un lugar adecuado y respectivamente señalizados.
	Las medidas de limpieza utilizadas son inviolables ?	10				La implementacion se realizo de la mejor manera , y por ahora los resultados son excelentes.
	Se vuelve a colocar las cosas en su lugar despues de usarlas?	10				Los materiales de limpieza son utilizados y guardados en lugares condicionados despues de su utilizacion.
TOTAL		50				

CRITERIO	
TODOS	10
CASI TODOS	7
ALGUNOS	4
NUNCA	1

CALIFICACION	
SEITON	100%

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

## Seiketsu – Estandarizar

El Seiketsu o estandarización busca realizar la limpieza y organizar alcanzado con la aplicación de las primeras tres “S”, el Seiketsu solo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores; implica establecer estándares de limpieza y de inspección.

**Tabla 23:**

### *Políticas de Orden y Limpieza*

N°	<b>POLITICAS DE ORDEN Y LIMPIEZA</b>
1	Es OBLIGACION de TODOS conocer y aplicar las normas relacionadas al programa de mejoramiento 5 S.
2	Es TAREA de TODOS mantener el ambiente de trabajo LIMPIO y ORDENADO de acuerdo a la metodología 5 S. Dichas tareas son parte de las actividades regulares y no de actividades extraordinarias.
3	El jefe de área es responsable que TODOS LOS TRABAJADORES conozcan sobre la metodología 5 S, para lo cual debe vigilar permanentemente a su personal con el fin de garantizar el éxito en el proceso.
4	Se debe de entrenar al nuevo personal en la metodología 5 S a través de charlas de inducción. En caso del personal temporal, estos también deben de cumplir con cada una de las políticas establecidas.
5	Es OBLIGACION de cada trabajador, dejar y entregar su lugar de trabajo LIMPIO y ORDENADO al finalizar su turno.
6	Los trabajadores deberán de mantener en su puesto de trabajo solo lo necesario. De igual manera mantendrán los elementos de su puesto de trabajo en excelente estado de conservación y notificarán en caso necesiten la reposición de alguno de ellos.
7	Las herramientas de trabajo, útiles, mesas, estantes, casilleros, cabinas, paredes, techos, lámparas deben de mantenerse correctamente limpias y/o pintadas.
8	Se deben de mantener en perfecto estado las señalizaciones de la empresa.

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Asignar trabajos y responsables, se debe con lo siguiente:**

- Manual de Limpieza
- Estándares generales

**Tabla 24:**

*Asignación de Trabajos*

ASIGNACION DE TRABAJOS			
AREA /PUESTO DE TRABAJO	RESPONSABLE	ORDEN	LIMPIEZA
ALMACEN	Maria Jahiara Calderon Alfaro Pedro Gamboa Gonzales	Son los encargados de Generar el orden en su misma área , todo lo que utilizan ; regresa al mismo lugar despues de su uso .	Son los encargados de mantener limpio el área donde se desempeñan, cumpliendo con los Manuales establecidos en la tercera S.
PUESTO DE TRONZADO	Gustavo Salcedo Lopez	Es el encargado de Generar el orden en su puesto de trabajo , todo lo que utiliza ; regresa al mismo lugar despues de su uso .	Es el encargado de mantener limpio su puesto de trabajo , cumpliendo con los Manuales establecidos en la terceras S.
PUESTO DE TORNEADO	Oscar Taboada Sanchez	Es el encargado de Generar el orden en su puesto de trabajo , todo lo que utiliza ; regresa al mismo lugar despues de su uso .	Es el encargado de mantener limpio su puesto de trabajo , cumpliendo con los Manuales establecidos en la terceras S.
PUESTO DE PRENSADO	Jose Arrunategui Calvo	Es el encargado de Generar el orden en su puesto de trabajo , todo lo que utiliza ; regresa al mismo lugar despues de su uso .	Es el encargado de mantener limpio su puesto de trabajo , cumpliendo con los Manuales establecidos en la terceras S.
AREA DE ACABADO	Melissa Mendoza Ramirez Daniel Leon Perez	Son los encargados de Generar el orden en su misma área , todo lo que utilizan ; regresa al mismo lugar despues de su uso .	Son los encargados de mantener limpio el área de Acabado, cumpliendo con los Manuales establecidos en la tercera S.

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

Para Finalizar la 4s vamos a realizar la integración de las 3 primeras S. (Ver Anexo 20).

### Shitsuke – Disciplina

Shitsuke o Disciplina significa cumplir con el empleo y utilización de los métodos estandarizados para la limpieza en la empresa. Se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan.

**Figura 25:**

*5° S Procedimiento*



**FUENTE: ELABORACION PROPIA**



**Tabla 25:**
*Papel de la Dirección*

<b>PAPEL DE LA DIRECCION</b>
Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5S y mantenimiento autónomo
Crear un equipo promotor o líder para la implantación en toda la planta.
Suministrar los recursos para la implantación de las 5S.
Motivar y participar directamente en la promoción de sus actividades.
Evaluar el progreso y evolución de la implantación en cada área de la empresa.
Participar en las auditorías de progresos semestrales o anuales.
Aplicar las 5S en su trabajo.
Enseñar con el ejemplo para evitar el cinismo.
Demostrar su compromiso y el de la empresa para la implantación de las 5S.

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**
**Tabla 26:**
*Papel de los Operarios*

<b>PAPEL DE LOS OPERRIOS</b>
Continuar aprendiendo más sobre la implantación de las 5S.
Asumir con entusiasmo la implantación de las 5S.
Colaborar en su difusión del conocimiento empleando las lecciones de un punto.
Diseñar y respetar los estándares de conservación del lugar de trabajo.
Realizar las auditorías de rutina establecidas.
Pedir al jefe del área el apoyo o recursos que se necesitan para implantar las 5S.
Participar en la formulación de planes de mejora continua para eliminar problemas y defectos del
Participar activamente en la promoción de las 5S.

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Tabla 27:**
*Seguimiento y Control*

SEGUIMIENTO Y CONTROL EN LA METODOLOGIA 5 S PARA LA EMPRESA TEC- HIDRAULICA INGENIERIA E INVERSIONES S.A.C.						
Fecha:		Puntaje:			Evaluador:	
5 S	#	Articulo chequeado	Descripción		Puntaje	
C L A S I F I C A C I O N	1	Materiales o repuestos	¿Materiales o repuestos en las areas y puestos de trabajos?		4	
	2	Maquinas u otros equipos electrónicos	Existencia innecesaria alrededor		2	
	3	Otras herramientas	Existencia innecesaria alrededor		2	
	4	Estándares	¿Existen estándares de limpieza?		4	
<b>Subtotal:</b>					<b>12</b>	<b>21%</b>
O R D E N	5	Indicadores de lugar	¿Existen áreas del almacén y puestos de trabajos marcadas?		4	
	6	Indicadores de artículos	¿Indicaciones para elementos y sus lugares?		3	
	7	Indicadores de cantidad	¿Indicaciones para cantidades? (máximos y mínimos)		3	
	8	Herramientas	¿Poseen lugares claramente identificados?			
<b>Subtotal:</b>					<b>4</b>	<b>7%</b>
L I M P I E Z A	9	Pisos	¿Pisos libres de desperdicios u otro tipo de material?		4	
	10	Equipos electrónicos y máquinas	¿Están los equipos libres de objetos y/o suciedad?		4	
	11	Limpieza e inspección	¿Se realiza inspección y mantenimiento de los equipos?		3	
	12	Hábito de limpieza	¿Los trabajadores limpian los pisos y máquinas regularmente?		4	
<b>Subtotal:</b>					<b>15</b>	<b>27%</b>
E S T A N D A R I Z A C I O N	13	Notas de mejoramiento	¿Se generan regularmente?		3	
	14	Ideas de mejoramiento	¿Se han implementado ideas de mejora?		3	
	15	Procedimientos clave	¿Usan procedimientos escritos, claros y actuales?		4	
	16	Plan de acción	¿Existe un plan futuro de mejoramiento para el área?		2	
	17	Primeras 3 S	¿Se mantiene el cumplimiento de las primeras 3 S?			
<b>Subtotal:</b>					<b>12</b>	<b>21%</b>
D I S C I P L I N A	18	Entrenamiento	¿Se conocen los procedimientos estándares?			
	19	Elementos de almacén	¿Se almacenan correctamente?		4	
	20	Control de inventario	¿Existe un control del inventario?		2	
	21	Supervision de Procedimiento	¿Se revisa y controlan los procedimientos a seguir?		4	
	22	Descripción del puesto	¿Está al día y es revisado de manera regular?		3	
<b>Subtotal:</b>					<b>13</b>	<b>23%</b>
<b>TOTAL</b>					<b>56</b>	<b>100%</b>
		<b>0 = Muy mal</b>	<b>1 = Mal</b>	<b>2 = Promedio</b>	<b>3 = Bueno</b>	<b>4 = Muy bueno</b>

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

Mediante el desarrollo del formato de Evaluación de la metodología 5s se observa que el porcentaje de calificación subió de un 36% a un 85% esto nos demuestra que la implementación de la metodología 5s en la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021 fue buena.

**Tabla 28:**

*Formato de Evaluación, Seguimiento y Control Final.*

FORMATO DE EVALUACIÓN		Calif.	
<b>Seleccionar</b>			
1	Las herramientas de trabajo se encuentran en buen estado para su uso	3	
2	El mobiliario se encuentra en buenas condiciones de uso	2	
3	Existen objetos sin uso en los pasillos	3	
4	Pasillos libres de obstáculos	2	
5	Las mesas de trabajo están libres de objetos sin uso	3	
6	Se cuenta con solo lo necesario para trabajar	2	
7	Los cajones se encuentran bien ordenados	3	
8	Se ven partes o materiales en otras áreas o lugares diferentes a su lugar asignado	2	
9	Es difícil encontrar lo que se busca inmediatamente	3	
10	El área de está libre de cajas de papeles u otros objetos	2	
<b>SUB TOTAL</b>		<b>25</b>	<b>30%</b>
<b>Ordenar</b>			
11	Las áreas están debidamente identificadas	2	
12	No hay unidades encimadas en las mesas o áreas de trabajo	3	
13	Los botes de basura están en el lugar designado para éstos	3	
14	Lugares marcados para todo el material de trabajo (Equipos, carpetas, etc.)	3	
15	Todas las sillas y mesas están el lugar designado	2	
16	Los cajones de las mesas de trabajo están debidamente organizados y sólo se tiene lo necesario	3	
17	Todas las identificaciones en los estantes de material están actualizadas y se respetan	2	
<b>SUB TOTAL</b>		<b>18</b>	<b>21%</b>
<b>Limpiar</b>			
18	Los escritorios se encuentran limpios	3	
19	Las herramientas de trabajo se encuentran limpias	2	
20	Piso está libre de polvo, basura, componentes y manchas	3	
21	Las gavetas o cajones de las mesas de trabajo están limpias	3	
22	Las mesas están libres de polvo, manchas y componentes de scrap o residuos.	3	
23	Los planes de limpieza se realizan en la fecha establecida	2	
<b>SUB TOTAL</b>		<b>16</b>	<b>19%</b>
<b>Estandarizar</b>			
24	Todos los contenedores cumplen con el requerimiento de la operación	2	
25	El personal usa la vestimenta adecuada dependiendo de sus labores	3	
26	Todas las mesas, sillas y carritos son iguales	2	
27	Todo los instructivos cumplen con el estándar	3	
28	La capacitación está estandarizada para el personal del área	2	
<b>SUB TOTAL</b>		<b>12</b>	<b>14%</b>
<b>TOTAL</b>		<b>84</b>	<b>85%</b>
0 = Muy mal 1 = Mal 2 = Promedio 3= Bueno			

Guía de calificación
0 = No hay implementación
1 = Un 30% de cumplimiento
2 = Cumple al 65%
3 = Un 95% de cumplimiento

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

Con la implementación de la metodología 5s se logró disminuir el tiempo de producción y mantenimiento en la línea de proceso de mangueras hidráulicas en 1.3 Hr / día, gracias al compromiso del personal de trabajo que hicieron el esfuerzo para realizar dicha implementación; de esta manera se logró reducir el costo total de la perdida mensual a 1,796.11 soles

*Tabla 29:*

*Reducción de tiempos en la línea de producción y mantenimiento de mangueras*

<b>REDUCCION DE TIEMPOS</b>				
<b>AREAS</b>	<b>TIEMPO ANTES DE LA IMPLEMENTACION</b>	<b>TIEMPO A REDUCIR</b>	<b>% TIEMPO A REDUCIR</b>	<b>TIEMPO DESPUES DE LA IMPLEMENTACION</b>
ALMACEN	47	11	2%	36
TRONZADO	95	22	5%	73
TORNEADO	60	14	3%	74
PRENSADO	180	41	9%	139
ACABADO	75	17	4%	58
<b>TOTAL</b>	<b>457.0</b>	<b>77.2</b>	<b>22.90%</b>	<b>379.8</b>
<b>HORAS</b>	<b>7.6</b>	<b>1.3</b>		<b>6.3</b>

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

**Tabla 30:**

*Mejora de la Causa Falta de Orden en Planta con respecto a la línea de Producción de mangueras hidráulicas*

CAUSA	FALTA DE ORDEN EN LA PLANTA		
EVIDENCIA	FOTOS		
DATOS GENERALES			
# ACT REALIZADAS / DIA	20	ACTIV. /DIA	
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA	
PRODUCTIVIDAD (ACT/H)	2.5	ACTIV/HOR	
COSTO DE MANO DE OBRA	1200	SOLES	
DIAS LABORABLES POR MES	24	DÍAS	
COSTO DE MANO DE OBRA POR HORA	6.25	SOLES/HORA	
DATOS DE LA EMPRESA			
PRODUCCIÓN MENSUAL	25	UNIDADES	
PRECIO DE VENTA	70	SOLES	
CALCULO			
Rosas (2014) explica que estudios estadísticos en empresas de todo el mundo que tienen implementada la herramienta 5S, demuestran que la aplicación de las 3 primeras S reduce el 14% de los costos de Mantenimiento.			
<b>COSTO MANTENIMIENTO MENSUAL</b>	<b>REDUCCION X 5S</b>	<b>REDUCCION NO PERCIBIDA</b>	
S/. 6,487.86	14.00%	S/. 908.30	
El Ing. Guillermo Wyngaard, perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina, determinó que cuando sus empleados laboran en un ambiente desordenado, invierten un 10% de su tiempo en realizar actividades que no agregan valor al proceso (trabajos y movimientos innecesarios, esperas y búsquedas).			
<b>TIEMPO OPERATIVO (HR/MES)</b>	<b>C. OPERATIVO</b>	<b>TPO - 10 % POR MEJORA</b>	<b>NUEVO COSTO OPERATIVO</b>
6.35	S/. 986.45	5.7105	S/. 887.80
<b>COSTO TOTAL DE LA PERDIDA</b>		<b>S/. 1,796.11</b>	

**FUENTE: ELABORACION PROPIA**

En la Tabla anterior N° 30 podemos observar que después de la aplicación de la metodología 5 S en nuestra primera causa nos generó una reducción de tiempos de 1.3 Hr. en la línea de producción de las mangueras hidráulicas con respecto a las maquinarias que participan en dicho proceso, resultando satisfactoriamente dicha

metodología, disminuyendo sus costos después de su implementación en **S/ 1,796.11** soles al mes y al año **S/ 21,553.32** soles.

### **C 01: FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES**

#### **MANTENIMIENTO AUTONOMO – CAPACITACIÓN, EVALUACION, CONTROL Y ENTRENAMIENTO**

Se describe la evaluación de cada una de las etapas de este procedimiento y la retroalimentación de los indicadores respectivos, en este caso el Mean Time To Repair (MTTR). Este indicador hace referencia al tiempo promedio que demora la reparación de las máquinas que participan en el proceso productivo de las mezcladoras de concreto, en la cual ocurren averías menores.

Cabe resaltar que el propósito del mantenimiento autónomo es el de enseñar a los operarios cómo mantener las máquinas que participan en el proceso productivo de mangueras hidráulicas llevando a cabo:

- Verificaciones diarias
- Reemplazo de partes accesorias (Eliminar fuentes de contaminación)
- Reparaciones básicas
- Detectar de manera temprano condiciones anormales en los equipos

#### **Realizar limpieza inicial y eliminar fuentes de contaminación de áreas inaccesibles:**

Debido a que ya se ha implementado dentro de la estación la metodología 5 S, ya se ha logrado el compromiso por parte de los trabajadores para mantener limpia toda el área de trabajo. Sin embargo, es necesario mostrarles los beneficios de realizar una limpieza exhaustiva de los equipos y máquinas que participan en el proceso productivo de mangueras hidráulicas.

Para la ejecución de esta etapa se proporcionó los siguientes materiales para los operarios encargados en dichas máquinas, tales como las brochas, paños de limpieza,

cepillos domésticos, fibra esponjas y Spray limpiador de aire a presión.

### **Reparaciones básicas**

- Minimizar la dispersión de óxido y polvo en las máquinas.
- Ajustar las partes sueltas de las maquinas
- Cambiar y corroborar que las mangueras estén en óptimas condiciones.
- Revisar e instalar el sistema a usar, servidor, equipo y otros para verificar su buen funcionamiento.

### **Detectar de manera temprano condiciones anormales en los equipos Inspección general de los equipos:**

Los operarios designados para el manejo de cada máquina, deben de ser instruidos en los aspectos técnicos de estas mismas, con el fin de que puedan encargarse del mantenimiento ellos mismos. De esta manera se da sentido al pilar de mantenimiento autónomo del TPM.

### **Falta de capacitación en aspectos técnicos de las máquinas:**

Esto se logra mediante la implementación de un plan de capacitación dirigido a los operarios del puesto de trabajo. Es por ello que se describe el procedimiento para la implementación de capacitación a los trabajadores, propuesto por Chiavenato, I. (2011) en su libro titulado “Administración de Recursos Humanos”.

Nos indica que los procesos de organización de recursos humanos abarcan la integración a la organización de los nuevos miembros, el diseño de puesto, la evaluación del desempeño y un plan de capacitación.

Cabe resaltar que el propósito de un plan de capacitación es el de enseñar a los trabajadores cómo mantener las máquinas que participan en la línea de producción de mangueras hidráulicas enseñarles a los mismos operarios la definición, y que pongan en

práctica el mantenimiento autónomo, llevando a cabo:

- Descripción y análisis del puesto
- Evaluación del desempeño
- Plan de capacitación

### **Descripción y análisis del puesto**

Métodos para el cumplimiento de esas responsabilidades o tareas mientras que el análisis de puesto se da una vez hecha la descripción, ya identificado el contenido, se analiza el puesto en relación con los requisitos que impone a su ocupante.

Se realizaron la descripción del perfil de puesto en el área de mantenimiento para el proceso de la línea de producción de mangueras hidráulicas en los puestos de Operario en Prensa Hidráulica y Operario en Tronzadora (Ver Tabla N ° 28 y N ° 30). A la vez se realizó el análisis correspondiente para cada perfil de puesto (Ver Tabla N° 29 y cuadro N°31).



**Tabla 31:**

*Descripción de Perfil de Puesto*

<p><b>IDENTIFICACIÓN</b>  Título del Puesto: Operario en Mantenimiento en Prensa Hidráulica por Dado  Dirección: Mantenimiento</p>
<p><b>MISIÓN DE LA FUNCIÓN</b>  Adoptar una lista de verificación diaria de mantenimiento en cuanto a las fugas de aceite, nivel de aceite, pernos sueltos, lubricación de platinas guiadas, temperatura de aceite, cortina de luz y limpieza, para contribuir con el diagnóstico y mantenimiento de la maquina prensa hidráulica.</p>
<p><b>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES PRINCIPALES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambiar el filtro del regulador electrónico si es necesario. Si el filtro se ensucia rápidamente, podría indicar presencia de contaminantes en el aire que deben ser eliminados, porque podrían derivar en otros problemas.</li> <li>2. Limpiar cualquier rastro de suciedad, de aceite o cualquier otro tipo de material del área de paso de aire. Esto ayudará a detectar problemas con los sistemas de la prensa.</li> <li>3. Revisar e instalar el sistema a usar, servidor, equipos y otros para verificar su buen funcionamiento.</li> <li>4. Controlar el nivel del líquido hidráulico.</li> <li>5. Corroborar que las mangueras estén en óptimas condiciones</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>CAPÍTULO 1. RESPONSABILIDADES COMUNES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar un mantenimiento adecuado, comprobando el funcionamiento correcto de la válvula.</li> <li>2. Mantener el entorno de la máquina libre de cualquier objeto y evitar la presencia de otros trabajadores junto a la máquina, mientras ésta se encuentra en funcionamiento.</li> <li>3. Tomar medidas especiales de seguridad que reduzcan el riesgo cuando se usa la máquina.</li> </ol> <p><b>HABILIDADES ADMINISTRATIVAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacidad para programar y ejecutar el correcto funcionamiento de la prensa hidráulica.</li> <li>2. Facilidad para verificar y corregir anomalías, en las zonas de trabajo de su responsabilidad, en relación a las condiciones de seguridad e higiene, generales y particulares, según la política de seguridad e higiene de la empresa.</li> <li>3. Capacidad para tomar medidas preventivas adecuadas para evitar accidentes, en caso de identificar riesgos primarios.</li> <li>4. Capacidad en el mantenimiento adecuado de la prensa hidráulica.</li> <li>5. Facilidad en obtener la información sobre la funcionalidad del sistema hidráulico, su composición y la función de cada elemento histórico de la máquina para su reparación y/o mantenimiento.</li> </ol>

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla 32: Análisis del Perfil de Puesto**

<b>Carrera Base</b>  Profesional o Técnico en Mantenimiento de prensa hidráulica.	<b>Experiencia/Certificaciones</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Especialización en máquinas hidráulicas.</li> <li>• Certificación en curso de prensa hidráulica.</li> <li>• Un año realizando funciones similares.</li> <li>• Autorización acreditada de uso.</li> <li>• Certificado de aptitud para el puesto de trabajo.</li> </ul>
<b>Conocimientos Técnicos</b>  Procesador de hoja de cálculo Procesador de texto Procesador de gráficos Herramientas de planificación	
<b>COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO</b>	
<b>COMPETENCIAS ORGANIZACIONALES</b>	<b>NIVEL REQUERIDO</b>
Aprendizaje y mejoramiento continuo	Alto
Orientación para el cumplimiento de objetivos	Alto
Responsabilidad	Alto
Diálogo <del>efectivo</del>	Alto
<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</b>	<b>NIVEL REQUERIDO</b>
Planificación y Organización	Alto
Manejo y solución de problemas	Medio
Relaciones interpersonales	Alto
Estabilidad emocional	Alto
Liderazgo y supervisión	Medio

**Fuente: Elaboración Propia**

**Tabla 33:**

*Descripción de Perfil de Puesto*

<p><b>IDENTIFICACIÓN</b>  Título del Puesto: Operario en Mantenimiento en Tronzadora  Dirección: Operaciones</p>
<p><b>MISIÓN DE LA FUNCIÓN</b>  Utilizar la sierra tronzadora para corte de metal en distintos ángulos y verificación de piezas.</p>
<p><b>FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES PRINCIPALES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usar la maquina tronzadora para el corte de piezas en distintos ángulos.</li> <li>2. Para efectuar los cortes, el operario deposita la pieza sobre la mesa contra la guía-tope posterior, selecciona el ángulo de corte y aproxima el disco a la pieza accionando el brazo destinado al efecto.</li> <li>3. Antes de utilizar cualquier máquina esta debe ser revisada, prestando especial atención a que estén colocados todos los dispositivos de seguridad.</li> <li>4. Volver a colocar la protección siempre que se cambie el disco.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>CAPÍTULO 1. RESPONSABILIDADES COMUNES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar un mantenimiento adecuado, comprobando el funcionamiento correcto del interruptor.</li> <li>2. Mantener el entorno de la máquina libre de cualquier objeto y evitar la presencia de otros trabajadores junto a la máquina, mientras ésta se encuentra en funcionamiento.</li> <li>3. Tomar medidas especiales de seguridad que reduzcan el riesgo cuando se usa la máquina.</li> </ol> <p><b>HABILIDADES ADMINISTRATIVAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Facilidad al operar la máquina para el corte de piezas en distintos ángulos</li> <li>2. Facilidad en la sujeción de la pieza a cortar, no debe realizarse nunca manualmente, sino con la ayuda de prensos adecuados que garanticen una sólida fijación.</li> <li>3. Facilidad para solucionar problemas dentro del área del trabajo.</li> </ol>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 34:**
*Análisis del Perfil de Puesto*

<b>Carrera Base</b>  Profesional o técnica en Mantenimiento de Tronzadora	<b>Experiencia/Certificaciones</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia específica en manejo de sierra tronzadora.</li> <li>• Autorización acreditada de uso</li> <li>• Certificado de aptitud para el puesto de trabajo</li> <li>• Un año realizando funciones similares</li> <li>• Manipular sierra de forma segura</li> <li>• Afilar herramientas</li> <li>• Manejar sierras de corte transversal</li> <li>• Mantener equipos de aserrado en buen estado</li> <li>• Detectar peligros en el lugar de trabajo</li> </ul>
<b>Conocimientos Técnicos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normas de calidad</li> <li>• Técnicas de corte</li> <li>• Técnicas de aserrado</li> </ul>	
<b>COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO</b>	
<b>COMPETENCIAS ORGANIZACIONALES</b>	<b>NIVEL REQUERIDO</b>
Aprendizaje y mejoramiento continuo	Alto
Orientación para el cumplimiento de objetivos	Alto
Responsabilidad	Alto
Diálogo efectivo	Medio
<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</b>	<b>NIVEL REQUERIDO</b>
Planificación y Organización	Alto
Manejo y solución de problemas	Medio
Relaciones interpersonales	Alto
Estabilidad emocional	Alto
Liderazgo y supervisión	Alto

**Fuente: Elaboración Propia**

## Evaluación del desempeño

Se realizaron dos evaluaciones de desempeño por competencias en el área de mantenimiento para los puestos: de Prensado y Tronzado (Ver Tabla N° 32 y N° 33).

**Tabla 35:**

*Evaluación de Desempeño por Competencias para el puesto de una maquina prensadora*

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO POR COMPETENCIAS						
<b>Nombre de la persona evaluada:</b>						
<b>Formación:</b>	Técnico en manejo de una prensadora					
<b>Puesto:</b>	Cargo de prensadora					
<b>Área:</b>	Mantenimiento					
<b>Antigüedad:</b>	4 años					
<b>Evaluador:</b>	Marco Hidalgo Cabel					
<b>Fecha:</b>	28/05/2019					
<b>CRITERIOS</b>			<b>NIVELES DE APRECIACIÓN</b>			
			DÉBIL	A MEJORAR	BUENO	ALTO
<b>Gestión técnica</b>						
Conocimientos relacionados con su profesión					X	
Conocimientos relacionados con su función				X		
Presentación de informes				X		
Manejo de sistemas de información				X		
<b>Competencias organizacionales</b>						
<b>Mejoramiento continuo</b>						
Muestra interés en adquirir y desarrollar nuevos conocimientos para realizar de manera eficaz los procedimientos					X	
Realiza las actividades asignadas buscando la calidad en el servicio y la satisfacción de los clientes.					X	
Cumple procedimientos, controles y políticas definidas por la organización				X		
Cumple con los objetivos asignados o Alcanza los resultados esperados.					X	
<b>Responsabilidad</b>						
Optimiza los recursos y/o materiales					X	

<b>RESULTADOS</b>			
<b>GESTIÓN TÉCNICA</b>			<b>A MEJORAR</b>
<b>COMPETENCIAS ORGANIZACIONALES</b>			
<b>MEJORAMIENTO CONTINUO</b>			<b>A MEJORAR</b>
<b>RESPONSABILIDAD</b>			<b>BUENO</b>
<b>COMUNICACIÓN</b>			<b>A MEJORAR</b>
<b>COMPETENCIAS ESPECÍFICAS</b>			
<b>PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN</b>			<b>A MEJORAR</b>
<b>MANEJO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS</b>			<b>A MEJORAR</b>
<b>RELACIONES INTERPERSONALES</b>			<b>BUENO</b>
<b>ESTABILIDAD EMOCIONAL</b>			<b>BUENO</b>
<b>LIDERAZGO Y SUPERVISIÓN</b>			<b>A MEJORAR</b>
<b>GESTIÓN DE RECURSOS</b>			<b>BUENO</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 36:**

*Evaluación de Desempeño por Competencias para el puesto de una maquina  
Tronzadora*

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO POR COMPETENCIAS					
<b>Nombre de la persona evaluada:</b>					
<b>Formación:</b>	Técnico en manejo de una Tronzadora				
<b>Puesto:</b>	Cargo de Tronzadora				
<b>Área:</b>	Mantenimiento				
<b>Antigüedad:</b>	03 años				
<b>Evaluator:</b>	Marco Hidalgo Cabel				
<b>Fecha:</b>	28/05/2019				
CRITERIOS		NIVELES DE APRECIACIÓN			
		DÉBIL	A MEJORAR	BUENO	ALTO
<b>Gestión técnica</b>					
Conocimientos relacionados con su profesión				X	
Conocimientos relacionados con su función			X		
Presentación de informes			X		
Manejo de sistemas de información		X			
<b>Competencias organizacionales</b>					
<b>Mejoramiento continuo</b>					
Muestra interés en adquirir y desarrollar nuevos conocimientos para realizar de manera eficaz los procedimientos				X	
Realiza las actividades asignadas buscando la calidad en el servicio y la Satisfacción de los clientes.			X		
Cumple procedimientos, controles y políticas definidas por la organización			X		
Cumple con los objetivos asignados o alcanza los resultados esperados.			X		
<b>Responsabilidad</b>					
Optimiza los recursos y/o materiales que se le asignan para el Desempeño del trabajo				X	
Realiza las funciones con cuidado, no necesita correcciones en el trabajo que realiza				X	
			X		

RESULTADOS			
GESTIÓN TÉCNICA			A MEJORAR
COMPETENCIAS ORGANIZACIONALES			
MEJORAMIENTO CONTINUO			A MEJORAR
RESPONSABILIDAD			BUENO
COMUNICACIÓN			A MEJORAR
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS			
PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN			A MEJORAR
MANEJO Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS			BUENO
RELACIONES INTERPERSONALES			ALTO
ESTABILIDAD EMOCIONAL			BUENO
LIDERAZGO Y SUPERVISIÓN			A MEJORAR
GESTIÓN DE RECURSOS			A MEJORAR

Fuente: Elaboración Propia

### Plan de Capacitación

Se realizó un plan de capacitación en la empresa metalmecánica de la ciudad de Trujillo, 2021. Primordialmente para poner en práctica el desarrollo de un mantenimiento autónomo, mejorar el desempeño, la comunicación, y otros factores que involucran el desarrollo y sostenibilidad de la misma. (Ver Tabla N° 34).

### Planeación y ejecución de los programas de capacitación:

#### A) Objetivos de la capacitación:

- Preparar al personal para la ejecución inmediata y eficiente de todas las tareas propias del cargo.
- Diseñar y desarrollar planes estratégicos y operativos de manera efectiva.



- Proporcionar conocimientos al personal para el continuo desarrollo en sus cargos actuales.
- Mejorar el clima laboral de la estación a través de la mejora en la actitud y la motivación del personal.
- Mejorar los sistemas, procedimientos y métodos de trabajo.
- Reducir la ausencia y la rotación del personal por falta de conocimientos.
- Dejar en claro la importancia de los EPP en el desarrollo de las actividades tanto en producción y mantenimiento en las máquinas, tomar precauciones para evitar situaciones no deseadas.
- Reducir costos por mantenimiento correctivo de la máquina tronzadora y la prensa hidráulica.
- Reducir la pérdida de horas hombre.



## Evaluación, control y seguimiento de la capacitación:

### A) Diagnostico en el área de trabajo antes y después:

El indicador que nos dará a conocer el impacto de la capacitación será el Mean Time To Repair (MTTR), el cual mide la eficiencia y la calidad en cuanto a las reparaciones.

A continuación, se presenta un registro de las averías menores durante el mes de agosto del año 2019 obtenidos por la empresa (Ver Tabla N°38)

**Tabla 38:**

*Registro de Averías menores*

MANTTO CORRECTIVOS MAQ.	01-ago	03-ago	07-ago	11-ago	12-ago	14-ago	16-ago	18-ago	19-ago	24-ago	27-ago	29-ago
Tiempo logístico y administrativo (horas)	0.35	0.2	0.3	0.45	0.4	0.25	0.3	0.35	0.45	0.48	0.3	0.25
Intervención correctiva (horas)	1.2	1.3	1.2	1.5	1.15	0.95	1.4	1.35	1.2	1.3	0.95	1.1
Total (horas)	1.55	1.5	1.5	1.95	1.55	1.2	1.7	1.7	1.65	1.78	1.25	1.35

Fuente: Elaboración Propia

A partir del registro anterior y dividiendo el tiempo total de intervenciones correctivas entre el número total de averías menores durante el periodo de 1 mes, hallamos el MTTR antes de la implementación de la capacitación. Dicho cálculo se muestra a continuación (Ver Tabla N°39)

**Tabla 39:**

*Se halló el MTTR*

Periodo (meses)	1
Tiempo total de intervención correctiva (horas)	18.7
Número total de averías menores	12
Mean Time to Repair (MTTR)	1.56

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar que el tiempo promedio para la reparación de cualquier avería es de 1.56 horas tomando en cuenta la disponibilidad del servidor externo y los tiempos logísticos y administrativos

Este valor es un indicador de que las reparaciones son poco eficientes y que ese tiempo inoperativo representa un lucro cesante el cual genera un costo de oportunidad.

Luego de ser aplicado el programa de capacitación se supone que se disminuirá los tiempos logísticos, administrativos además de los tiempos por mantenimientos correctivos ya que serán los mismos operarios quienes se encargarán del mantenimiento correctivo básico de las máquinas que participen en el proceso productivo de las mangueras hidráulicas. Por lo tanto, si se toman en cuenta la misma frecuencia con la que ocurren las averías menores, el nuevo registro después de la implementación de la capacitación quedaría de la siguiente manera:

**Tabla 40:**

*Registro de Averías menores*

MANTTO CORRECTIVOS MAQ.	03-nov	05-nov	13-nov	17-nov	19-nov	22-nov	25-nov
Tiempo logístico y administrativo (horas)	0.175	0.16	0.24	0.36	0.32	0.2	0.15
Intervención correctiva (horas)	0.65	0.7	0.85	0,75	0.8	0.85	0.89
Total (horas)	0.825	0.86	1.09	0.36	1.12	1.05	1.04

Fuente: Elaboración Propia

Con estos nuevos datos el MTTR sería el siguiente (Tabla N° 41):

**Tabla 41:**

*halló el MTTR*

<b>Periodo (meses)</b>	1
<b>Tiempo total de intervención correctiva (horas)</b>	6.345
<b>Número total de averías menores</b>	7
<b>Mean Time to Repair (MTTR)</b>	0.91

**Fuente: Elaboración Propia**

Se puede observar que con la implementación de un plan de capacitación para que los mismos operarios realicen un mantenimiento correctivo básico a las máquinas que participan en el proceso productivo de las mangueras hidráulicas, el MTTR puede variar de 1.56 horas a 0.91 horas, además del número de mantenimientos correctivos realizados al mes de 14 Mntto / mes a 7 Mntto / mes; lo cual esto nos genera una variación del 42% sin mencionar que se reduciría en gran medida el costo de oportunidad.

Con esta propuesta se logra reducir el número de mantenimientos realizados al mes gracias a los operarios ya que ellos son los encargados de darle mantenimiento autónomo a las maquinarias que participan en el proceso productivo de las mangueras hidráulicas.

**Tabla 42:**
*Mejora de la causa Falta de Capacitación a los trabajadores*

CAUSA	FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES	
EVIDENCIA	ENCUESTAS	
DATOS DE LA EMPRESA		
NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES	10	TRABAJADORES
NÚMERO DE TRABAJADORES EN AREA	2	TRABAJADORES
SUELDO PROMEDIO - MANTTO	S/. 1,200.00	SOLES / MES
MONTO PAGADO MANTTO/MES	S/. 2,400.00	SOLES / MES
# MANTTOS REALIZADOS / MES	7	MANTTOS / MES
DÍAS LABORABLES/ MES	24	DÍAS/MES
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA
VALOR DE VENTA UNITARIO	S/. 75.00	SOLES/ P. TER
PORCENTAJE UTILIDAD	45.00%	% <u>UT</u> / P.TER
UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	25	UND/ DIA
CÁLCULO DE PÉRDIDA		
TPO ESTANDAR POR MANTTO CORRECTIVO	0.91	HOR/ MANTTO
TPO TOTAL MANTTOS CORRECTIVOS	6.35	HOR/ MES
COSTO POR TPO DE PARA POR MANTTO CORRECT.	S/. 317.25	SOLES/ MES
UND NO PRODUCIDAS POR PARA	19.828125	UND / MES
UTILIDAD NO PERCIBIDA POR UND NO PROD.	S/. 669.20	
COSTO TOTAL POR FALTA DE CAPACITACION	S/. 986.45	SOLES /MES

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla anterior N° 42 además de la reducción de los números de mantenimientos podemos observar la disminución del tiempo estándar por mantenimiento correctivo (MTTR) de 0.92 Hr/ Mantto, el costo por tiempo de para por mantenimientos correctivo en S/ 317.25 a la vez la utilidad no percibida por unidades no producidas en S/ 66912. Disminuyendo de esta manera su costo de perdida mensual a **S/ 986.45** soles y al año a **S/ 11,837.40** soles.

## Causa 02: Averías constantes en la maquinaria

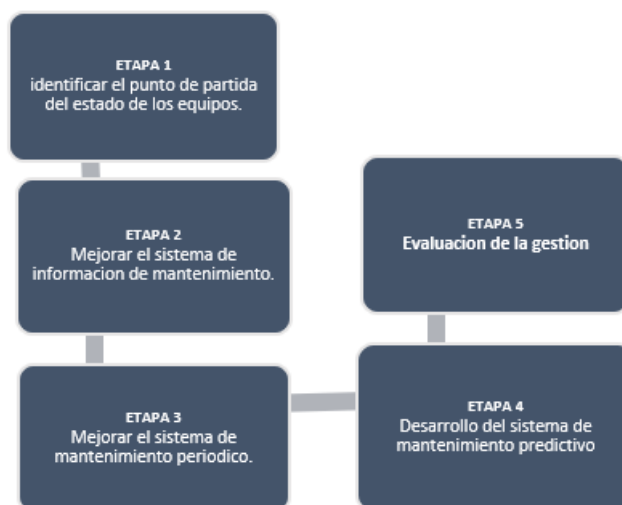
### PILAR DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO

Según Juan Morales (2012), estos pasos sugeridos por Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM) son esenciales para una adecuada implementación del mantenimiento planificado. Se trata de dar las pautas para entender, implementar y mantener un estándar para realizar planificaciones de mantenimiento en las empresas que se muestren interés en darle una mejor calidad de vida a sus máquinas.

A continuación, se muestran las etapas para el desarrollo del pilar de Mantenimiento planeado.

#### **Figura 26:**

*Procedimiento para el Pilar de Mantenimiento Planeado*

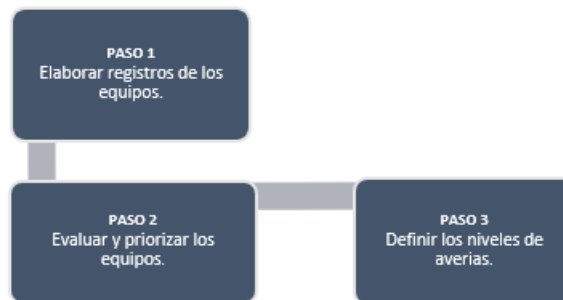


**Fuente:** Libro “Mantenimiento Productivo Total (TPM)”.

## Etapa 1: Identificar el punto de partida del estado de los equipos

**Figura 27:**

*Pasos para identificar el punto de partida del estado de los equipos.*



*Fuente: Elaboración propia*

### Paso 1: Elaborar registros de los equipos

A través del siguiente paso se elaboraron registros para las máquinas: Prensa hidráulica y Tronzadora las cuales permiten conocer las especificaciones de las máquinas (Ver anexo 01 y 02)

### Paso 2: Evaluar y priorizar los equipos.

Se utilizó la herramienta de *criticidad*, el cual nos permitió identificar las máquinas más críticas. Encontrándose que las más críticas son: Prensa Hidráulica y la tronzadora como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla 43:**

*Resultado de máquinas críticas*

	Prensa Hidráulica	Tronzadora
Criticidad	17	17

*Elaboración Propia*



Por lo tanto, podemos concluir que de acuerdo al nivel de criticidad la prensa hidráulica y tronzadora necesita mantenimiento preventivo.

### **Paso 3: Definir los niveles de averías.**

Se realizó el análisis de causa y efecto (AMEF) obteniéndose el número prioritario de riesgo (*NPR*), el cual se calcula como el producto de tres calificaciones cuantitativas, relacionadas cada una a los efectos, causas y controles.

A través de esta herramienta se Puede visualizar el NPR actual para las máquinas que participan el proceso de producción de mangueras hidráulicas. (Ver anexo 06 y Anexo 07)

### **Etapa 2: Mejorar el sistema de información de mantenimiento**

En esta etapa se realizó el Análisis de errores para las máquinas críticas tanto a la prensa hidráulica como a la tronzadora; se realizaron la descripción de tareas tanto principales como secundarias. (Ver anexo 08)

### **Etapa 3: Mejorar el sistema de mantenimiento periódico**

En esta etapa se realizó el análisis de criticidad que se realizaron a la prensa hidráulica y a la maquina tronzadora donde el valor de criticidad nos arroja que se tienen que realizar mantenimientos preventivos para estas máquinas. (Ver Anexo 09)

#### **Tabla 44:**

*Resultados del valor de criticidad de dichas máquinas*

<b>EQUIPO</b>	<b>VALOR DE LA CRITICIDAD</b>
TRONZADORA	29
PRENSA HIDRAULICA	28

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 45:**

Según el grupo de criticidad nos indica que las máquinas tienen que recibir mantenimiento preventivo.

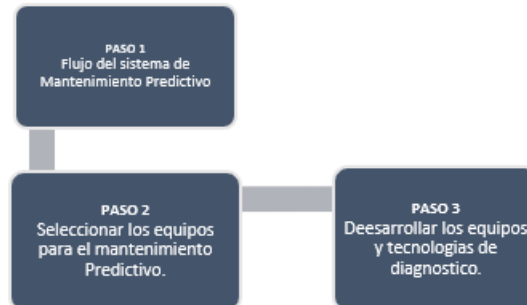
GRUPOS DE CRITICIDAD	VALORES
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	$25 < X < 35$
CONTROL SOBRE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	$16 < X < 24$
PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	$X < 15$

Fuente: Elaboración propia

#### **Etapa 4: Desarrollo del sistema de mantenimiento predictivo.**

**Figura 28:**

Pasos para el desarrollo del Sistema de mantenimiento predictivo



Fuente: Elaboración propia

#### **Paso 1: Flujo del sistema de mantenimiento predictivo.**

A través del siguiente paso se elaboró el flujo grama de un sistema de mantenimiento predictivo las cuales permiten conocer las especificaciones de dichos mantenimientos (Ver Anexo 19)

## Paso 2: Seleccionar los equipos para el mantenimiento Predictivo.

Se seleccionan los equipos o maquinarias que se le realizaran mantenimiento Predictivo.

*Tabla 46:*

*Máquinas que se le realizaran Mantenimientos Predictivos*

<b>MAQUINAS</b>
PRENSADORA HIDRAULICA
TRONZADORA

*Fuente: Elaboración propia*

## Paso 3: Desarrollar los equipos y tecnologías de diagnóstico.

En este paso se realizó una investigación profunda donde se encontró los equipos tecnológicos correctos para la implementación de un mantenimiento predictivo; a la vez disminuir totalmente los mantenimientos correctivos en las máquinas críticas las cuales son: la tronzadora y la prensa hidráulica.

*Tabla 47:*

*Costo total por mantenimiento predictivo para las máquinas que participan en la línea de proceso de mangueras hidráulicas.*

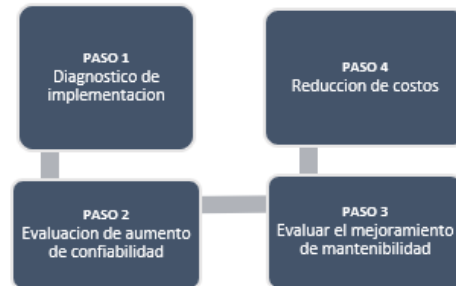
		<b>Costos</b>
Maquina	Servicio de análisis vibracional	S/. 612.00
Tronzadora	Analisis fisico químico del aceite del compresor GRAM GSV-64	S/. 250.00
Maquina	Servicio de análisis vibracional	S/. 762.00
Prensadora	Analisis fisico químico del aceite del compresor GRAM GSV-64	S/. 252.00
<b>Costo Total Predictivo</b>		<b>S/. 3,752.00</b>

*Fuente: Elaboración propia*

## Etapa 5: Evaluación de la gestión

**Figura 29:**

*Pasos para el desarrollo del Sistema de mantenimiento predictivo*



*Fuente: Elaboración propia*

### Paso 1: Diagnostico de implementación

A través del siguiente paso se realizó el diagnostico de implementación observando la disminución de tiempos perdidos y averías (Ver Tabla 48).

**Tabla 48:**

*Averías actuales en las maquinarias que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas del mes Agosto - 2021*

PARADAS DE LAS MAQUINARIAS DEL MES DE AGOSTO POR MANTENIMIENTO PREDICTIVO													
MAQUINAS	01-ago	03-ago	07-ago	11-ago	12-ago	14-ago	16-ago	18-ago	19-ago	24-ago	27-ago	29-ago	TOTAL
	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	
Prensa Hidráulica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tronzadora	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL DE HORAS PERDIDAS</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

PARADAS DE LAS MAQUINARIAS DEL MES DE AGOSTO POR MANTENIMIENTO CORRECTIVO													
MAQUINAS/MES	01-ago	03-ago	07-ago	11-ago	12-ago	14-ago	16-ago	18-ago	19-ago	24-ago	27-ago	29-ago	TOTAL
	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	HORAS PERDIDAS/DIA	
Prensa Hidráulica	1.55	1.5	1.5	1.95	1.55	1.2	1.7	1.7	1.65	1.78	1.25	1.35	18.68
Tronzadora	1.45	1.35	1.4	1.65	1.75	1.655	1.6	1.35	1.8	1.55	1.45	1.65	18.66
<b>TOTAL DE HORAS PERDIDAS</b>	3	2.85	2.9	3.6	3.3	2.855	3.3	3.05	3.45	3.33	2.7	3	37.34

TMPO. POR PARA AL MES	37.34
N° DE FALLAS AL MES	12

ANTES	Mean Time to Repair (MTTR)	Prensado	Tronzadora
		(Hr/mes)	(Hr/mes)
		1.56	1.55
			3.11

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 49:

*Averías constantes en las máquinas que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas durante el año 2021*

MAQUINAS	ene-19		feb-19		mar-19		abr-19		may-19		jun-19		jul-19		ago-19	
	N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES	N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES	N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES	N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES	N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES	N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES	N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES	N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES
Prensa Hidráulica	5	18.70	8.00	18.20	7.00	18.60	5.00	18.50	9.00	19.50	3.00	18.50	8.00	19.20	7.00	18.70
Tronzadora	4	18.80	8.00	19.50	5.00	17.80	4.00	19.50	2.00	19.20	8.00	18.30	9.00	18.50	3.00	18.70
TOTAL DE HORAS PERDIDAS	9	37.50	16.00	37.70	12.00	36.40	9.00	38.00	11.00	38.70	11.00	36.80	17.00	37.70	10.00	37.40

sep-19		oct-19		nov-19		dic-19		HORAS PERDIDAS/AÑO PROMEDIO	N° Veces /AÑO PROMEDIO	HORAS PERDIDAS/AÑO	N° Veces /AÑO
N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES	N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES	N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES	N° Veces	HORAS PERDIDAS/MES				
6.00	19.30	8.00	18.10	6.00	18.50	9.00	19.10	18.74166667	6.75	224.90	81.00
4.00	18.50	4.00	18.10	3.00	19.20	3.00	17.80	18.65833333	4.75	223.90	57.00
10.00	37.80	12.00	36.20	9.00	37.70	12.00	36.90	37.4	11.5	448.8	138

		Prensado (Hr/mes)	Tronzadora (Hr/mes)	
ANTES	<b>Mean Time to Repair (MTTR)</b>	2.78	3.93	6.70

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 50:**

*Reducción de Averías e implementación de mantenimientos en las maquinarias que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas del mes de agosto - 2021*

PARADAS DE LAS MAQUINARIAS AL MES POR MANTENIMIENTO PREDICTIVO														
MAQUINAS	01/06/2020	03/06/2020	05/06/2020	07/06/2020	09/06/2020	15/06/2020	17/06/2020	19/06/2020	21/06/2020	23/06/2020	25/06/2020	27/06/2020	N° MNTTOS PREDICTIVOS	TOTAL
	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES		
Prensa Hidráulica						6.00							1.00	6.00
Tronzadora						4.00							1.00	4.00
TOTAL DE HORAS PERDIDAS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	10.00

PARADAS DE LAS MAQUINARIAS AL MES POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO -AUTONOMO														
MAQUINAS	01/06/2020	03/06/2020	05/06/2020	07/06/2020	09/06/2020	15/06/2020	17/06/2020	19/06/2020	21/06/2020	23/06/2020	25/06/2020	27/06/2020	N° MNTTOS CORRECTIVOS	TOTAL
	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES		
Prensa Hidráulica	1.00												1.00	1.00
Tronzadora	1.00												1.00	1.00
TOTAL DE HORAS PERDIDAS	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	4.00

TIEMPO POR MTTO AL AÑO		
MAQUINAS	HORAS	FALLA MTTR (Vez/Mes)
PRENSA	7.00	3.5
TRONZADORA	5.00	2.5

**Fuente:** *Elaboración propia*

**Tabla 51:**

*Reducción de Averías e implementación de mantenimientos en las maquinarias que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas durante el año 2021*

PARADAS DE LAS MAQUINARIAS AL AÑO POR MANTENIMIENTO PREDICTIVO														N° MNTTOS PREDICTIVOS	TOTAL
MAQUINAS	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20	HORAS PERDIDAS/MES		
	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	
Prensa Hidráulica						2.50							3.00	2.00	5.50
Tronzadora						1.50							2.00	2.00	3.50
TOTAL DE HORAS PERDIDAS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00	4.00	9.00	

PARADAS DE LAS MAQUINARIAS AL AÑO POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO -AUTONOMO														N° MNTTOS CORRECTIVOS	TOTAL
MAQUINAS	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20	Set-20	Oct-20	Nov-20	Dic-20	HORAS PERDIDAS/MES		
	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	
Prensa Hidráulica	3.00					1.00				3.00			1.00	4.00	8.00
Tronzadora	3.00					1.00				3.00			1.00	4.00	8.00
TOTAL DE HORAS PERDIDAS	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	2.00	8.00	24.00	

TIEMPO POR MTTO AL AÑO		
MAQUINAS	HORAS	TIEMPO POR FALLA MTRR (Año/Vez)
HIDRAULICA	13.50	2.25
TRONZADORA	11.50	1.916666667

*Fuente: Elaboración propia*

## Paso 2: Evaluación de aumento de Indicadores de mantenimiento

A través del siguiente paso se realizó la evaluación tanto actuales como mejorados a la vez para la prensadora hidráulica como la tronzadora.

**Tabla 52:**

*Indicadores de Mantenimiento actuales de la maquina Prensadora Hidráulica que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas del mes Agosto - 2021*

MTBF	10
MTTR	1.56
MTTF	8.44
DISPONIBILIDAD	86.53%
CONFIABILIDAD	15.44%

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 53:**

*Mejora de Indicadores de Mantenimiento de la maquina Prensadora Hidráulica que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas del mes de agosto - 2021*

<b>MTBF</b>	56.5
<b>MTTR</b>	3.50
<b>MTTF</b>	53.00
<b>DISPONIBILIDAD</b>	94.17%
<b>CONFIABILIDAD</b>	88.35%

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 54:**

*Indicadores de Mantenimiento actuales de la maquina Tronzadora que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas del mes Agosto - 2021*

<b>MTBF</b>	22.45
<b>MTTR</b>	1.55
<b>MTTF</b>	20.89
<b>DISPONIBILIDAD</b>	93.52%
<b>CONFIABILIDAD</b>	43.56%

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 55:**

*Indicadores de Mantenimiento actuales de la maquina Tronzadora que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas del mes Agosto - 2021*

<b>MTBF</b>	94.3
<b>MTTR</b>	1.67
<b>MTTF</b>	92.67
<b>DISPONIBILIDAD</b>	98.26%
<b>CONFIABILIDAD</b>	94.84%

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 56:**



*Indicadores de Mantenimiento actuales de las maquina Prensadora Hidráulica que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas durante el año 2021*

<b>MTBF</b>	15.0
<b>MTTR</b>	2.8
<b>MTTF</b>	12.2
<b>DISPONIBILIDAD</b>	84.45%
<b>CONFIABILIDAD</b>	0.00%

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 57:**

*Mejora de Indicadores de Mantenimiento de la máquina Prensadora Hidráulica que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas durante el año 2021*

<b>MTBF</b>	237.75
<b>MTTR</b>	2.25
<b>MTTF</b>	235.5
<b>DISPONIBILIDAD</b>	99.06%
<b>CONFIABILIDAD</b>	94.48%

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 58:**

*Indicadores de Mantenimiento actuales de las maquina Tronzadora que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas durante el año 2021*

<b>MTBF</b>	28.35
<b>MTTR</b>	3.94
<b>MTTF</b>	48.82
<b>DISPONIBILIDAD</b>	93.49%
<b>CONFIABILIDAD</b>	0%

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 59:*

*Mejora de Indicadores de Mantenimiento de la máquina Tronzadora que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas durante el año 2021*

<b>MTBF</b>	574.08
<b>MTTR</b>	1.91
<b>MTTF</b>	572.16
<b>DISPONIBILIDAD</b>	99.78%
<b>CONFIABILIDAD</b>	98.02%

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Paso 3: Evaluar el mejoramiento de Mantenibilidad**

Se realizó la evaluación de mantenibilidad por intermedio del MTTR

**Tabla 60:**

*MTTR Para La Máquina Prensadora Hidráulica al mes*

<b>AUMENTO EN EL INDICADOR MTTR PARA LA PRENSA HIDRAULICA</b>	
<b>ANTES DE LA IMPL.</b>	<b>DESPUES DE LA IMPL.</b>
1.56	3.50

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 61:**

*MTTR Para La Máquina Tronzadora al mes*

AUMENTO EN EL INDICADOR MTTR PARA LA MAQUINA TRONZADORA	
ANTES DE LA IMPL.	DESPUES DE LA IMPL.
3.928070175	2.00

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 62:**

*MTTR Para La Máquina Prensadora Hidráulica al año*

AUMENTO EN EL INDICADOR MTTR PARA LA PRENSA HIDRAULICA	
ANTES DE LA IMPL.	DESPUES DE LA IMPL.
2.8	2.25

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 63:**

*MTTR Para La Máquina Tronzadora al año*

AUMENTO EN EL INDICADOR MTTR PARA LA MAQUINA TRONZADORA	
ANTES DE LA IMPL.	DESPUES DE LA IMPL.
3.94	1.27

*Fuente: Elaboración Propia*

#### Paso 4: Reducción de costos

En el último paso se realizó la reducción de costos después de la implementación.

**Tabla 64**

*Costos por Mantenimiento Correctivos de la línea de producción de mangueras hidráulicas al mes*

<b>Lucro Cesante (Maq):</b>	S/. 3,944.53
<b>Costo de M.O.</b>	S/. 233.76
<b>Costo de materiales</b>	S/. 1,920.00
<b>Gastos Generales</b>	S/. 389.58
<b>CORRECTIVO AL MES</b>	<b>S/. 6,488</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 65:**

*Costos Mejorados por Mantenimiento Correctivos de la línea de producción de mangueras*

<b>Lucro Cesante (Maq):</b>	1265.625
<b>Costo de M.O.</b>	75.000
<b>Costo de materiales Mantto Preventiva</b>	217.000
<b>Costo de materiales Mantto Predictivo</b>	2046.000
<b>Gastos Generales</b>	125.000
<b>COSTO POR MNTTO CORRECTIVO AL MES</b>	<b>S/. 3,729</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 66:**

*Costos por Mantenimiento Correctivos de la línea de producción de mangueras hidráulicas durante el año 2021*

CTMC.	S/. 80,851.39
CTMP.	S/. 0.00
CTMPRED.	S/. 0.00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/. 80,851.39</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 67:**

*Eliminación de costos por Mantenimiento Correctivos de la línea de producción de mangueras hidráulicas*

CTMC.	S/. 0.00
CTMP.	S/. 868.00
CTMPRED.	S/. 4,092.00
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/. 4,960.00</b>

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 68:**
*Mejora de la causa Averías constantes en las maquinarias*

CAUSA	AVERIAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA	
EVIDENCIA		
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b>		
NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES	7	TRABAJADORES
NÚMERO DE TRABAJADORES EN AREA	2	TRABAJADORES
SUELDO PROMEDIO - PROD.	S/. 1,200.00	SOLES / MES
MONTO PAGADO <u>PROD.</u> /MES	S/. 2,400.00	SOLES / MES
# MANTENIM. CORRECTIVOS / MAQUINA-MES	0	MC/ MAQ-MES
# MANTENIM. PREVENTIVOS / MAQUINA-MES	4	<u>MPREV.</u> / MAQ-MES
# MANTENIM. PREDICTIVOS / MAQUINA-MES	2	<u>MPREDIC.</u> / MAQ-MES
NÚMERO DE MAQUINAS EN EL PROC. PRODUCT	2	MAQUINAS
TIEMPO PROMEDIO X MANTTOS	0.92	HR / MC
OPERARIOS QUE REALIZAN M.C.	1	OP / MC
MONTO A PAGAR POR SERVICIO ELECT	S/. 2,000.00	SOLES / MES
COSTO DE MATERIALES POR M. CORREC	S/. 80.00	SOLES / MC
PRODUCTOS TERMINADOS/ DIA	25.00	P. TER/ DIA
DÍAS LABORABLES/ MES	24	DÍAS/MES

PORCENTAJE UTILIDAD	45.00%	% $\frac{UIT}{P.TER}$
<b>CÁLCULO DE PÉRDIDA</b>		
# PRODUCTOS TER. / DIA	25	P. TER. /DIA
P. TER / MES	600	P. TER /MES
TPO. MANTTO PREV. Y PREDIC.	5.5	HR / MES
COSTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	<b>CMC: CMAT+MOD+CINS+GGEN+LCES</b>	
COSTO DE MATERIALES POR MANTOS CORRECTIVOS	S/. 0.00	SOLES / MES
COSTO DE MATERIALES POR MANTOS PREVENTIVOS	S/. 217.00	SOLES / MES
COSTO DE MATERIALES POR MANTOS PREDICTIVOS	S/. 2,046.00	SOLES / MES
COSTO POR MANO DE OBRA	S/. 45.83	SOLES / MES
COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	S/. 76.39	SOLES / MES
COSTO POR UND NO PRODUCIDAS	S/. 1,265.63	SOLES / MES
COSTO TOTAL X MANT. EN MAQ.	S/. 3,650.85	SOLES / MES

**Fuente: Elaboración Propia**

En la Tabla anterior N° 68 Además de la reducción del tiempo estándar por mantenimiento correctivo de 0.92 Hr/Mantto, podemos observar que gracias a la aplicación del pilar planificado se logró eliminar los mantenimientos correctivos. Disminuyendo de esta manera el costo total por Mantenimiento mensual en **S/ 3,650.85** soles y al año en **S/ 43,810.20** soles.

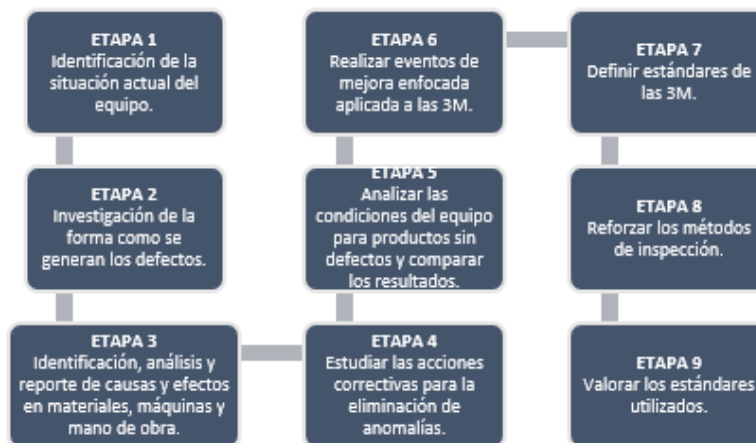
### Causa 03: Falta de Procedimientos estandarizados

#### Pilar Mantenimiento de Calidad

Para el desarrollo de esta causa se tomará en cuenta el cuarto pilar de la Metodología Mantenimiento Productivo Total (TPM), llamado Mantenimiento de la Calidad. A continuación, se muestran las etapas para el desarrollo del pilar de Mantenimiento de la Calidad.

#### Figura 30:

*Procedimiento para el Pilar de Mantenimiento de la Calidad.*



*Fuente: Elaboración Propia Fuente: Libro “Ingeniería Industrial” de Salazar, C. publicado en el 2021.*

#### Etapa 1: Identificación de la situación actual del equipo.

Para esta etapa se hizo uso de la herramienta *Check List*, la cual sirve para identificar el cumplimiento o incumplimiento de las diversas actividades de control o inspección para las máquinas Prensa Hidráulica y Tronzadora. A través de esta herramienta se obtuvo el siguiente resultado (Ver en Anexo 21 y Anexo 22):



**Tabla 69:**

*Resultados de la situación actual del equipo.*

<b>Prensa Hidráulica</b>	
Cumplimiento	46%
Incumplimiento	54%
<b>Tronzadora</b>	
Cumplimiento	38%
Incumplimiento	62%

*Fuente: Elaboración Propia*

**Etapa 2: Investigación de la forma como se generan los defectos.**

Se utilizó la herramienta *AMEF*, el cual nos permitió identificar como se generan los defectos en las máquinas Prensa Hidráulica y Tronzadora.

Encontrándose una serie de defectos, los cuales se presentan a continuación. (Ver Anexo 06 y Anexo 07)

**Etapa 3: Identificación, análisis y reporte de causas y efectos en materiales, máquinas y mano de obra.**

Se pudo realizar el análisis de las causas y efectos obteniéndose el número prioritario de riesgo (*NPR*), el cual se calcula como el producto de tres calificaciones cuantitativas, relacionadas cada una a los efectos, causas y controles.

A través de esta herramienta se propusieron una serie de acciones recomendadas las cuales permiten que el *NPR* baje considerablemente.

**Tabla 70:**

*Resultados de la situación actual de la maquina prensadora según el número prioritario de riesgo (NPR)*

<b>MAQUINA PRENSA HIDRAULICA</b>		
<b>FALLAS</b>	<b>NPR</b>	<b>PRIORIDAD</b>
Prensa dañada	192	Medio
Obstrucción en el sistema hidráulico	112	Bajo
Fuga de aceite.	144	Medio
Sobrecarga de fuerza	144	Medio
Motor dañado	96	Bajo
Falta de engrase en los rodamientos	150	Medio
Eje principal de la prensa desgastada	160	Medio

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 71:**

*Resultados de la situación actual de la maquina tronzadora según el número prioritario de riesgo (NPR)*

<b>MAQUINA TRONZADORA</b>		
<b>FALLAS</b>	<b>NPR</b>	<b>PRIORIDAD</b>
Sistema eléctrico dañado (resistencia)	280	Medio
Herramienta de corte dañada	135	Medio
Daños en el sistema de movimiento.	108	Bajo
Motor dañado.	18	Bajo

*Fuente: Elaboración Propia*

#### **Etapas 4: Estudiar las acciones correctivas para la eliminación de anomalías.**

Según García, S. (2015). Uno de los problemas a los que se enfrenta un responsable de mantenimiento que quiere mejorar los resultados del departamento a su cargo es que debe MEDIR la evolución de los aspectos más importantes que definen o determinan la calidad de su trabajo, ¿pero ¿cuáles son esos indicadores? ¿Qué parámetros determinan que el trabajo de un departamento se está haciendo bien o mal?

A continuación, se definirán los parámetros para las máquinas Prensa Hidráulica y Tronzadora.

#### **Tabla 72:**

*Parámetros del mantenimiento Actual Anual*

<b>Prensa Hidráulica</b>	
MTBF	15.01
MTTR	2.76
MTTF	12.23
DISPONIBILIDAD	84.45%
CONFIABILIDAD	0%
<b>Tronzadora</b>	
MTBF	56.68
MTTR	3.94
MTTF	48.82
DISPONIBILIDAD	93.49%
CONFIABILIDAD	0%

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 73:*

*Parámetros del mantenimiento Anual Mejorado*

<b>Prensa Hidráulica</b>	
MTBF	237.75
MTTR	2.25
MTTF	235.5
DISPONIBILIDAD	99.06%
CONFIABILIDAD	94.48%
<b>Tronzadora</b>	
MTBF	574.08
MTTR	1.91
MTTF	572.16
DISPONIBILIDAD	99.67%
CONFIABILIDAD	98.02%

*Fuente: Elaboración Propia*

**Etapas 5: Analizar las condiciones del equipo para productos sin defecto y comparar los resultados.**

Para esta etapa se utilizó la herramienta de mejora Efectividad Global del Equipo (OEE), lo cual nos permitió medir la eficacia de las máquinas: Prensa Hidráulica y Tronzadora.

A través de esta herramienta se obtuvieron los siguientes resultados. (Ver anexo 20)

*Tabla 74:*

*Resultados OEE*

<b>Disponibilidad</b>	62.50%
<b>Rendimiento</b>	10%
<b>Calidad</b>	88.00%
<b>OEE</b>	5.500%

*Fuente: Elaboración Propia*

El resultado del OEE nos indica que la empresa estudiada posee un indicador de

eficiencia general de equipos Inaceptable debido al resultado de 5.5%, frente al estándar mundial de 85%, presenta importantes pérdidas económicas adicionando y baja competitividad.

### **Etapa 6: Realizar eventos de mejora enfocada aplicada a las 3M.**

Para esta etapa se realizó un *Plan de Mantenimiento Preventivo*. Según Smith (1993) es el cumplimiento de las tareas de inspección y/o de servicio que han sido planeadas para mantener las capacidades funcionales del equipo operativo y de los sistemas en un tiempo específico. Es decir, sirve para alargar la vida útil del equipo e instalaciones y prevenir la suspensión de las actividades laborales por imprevistos.

Teniendo como resultado un cronograma de mantenimiento. (Ver anexo 21)

### **Etapa 7: Definir estándares de las 3M.**

Rouco D. (2015) define un estándar de calidad como un producto de referencia que facilita la tarea de fijar unas condiciones mínimas para que los aspectos y características de un producto, en este caso mangueras hidráulicas, satisfaga de forma eficiente las necesidades de sus usuarios.

A continuación, se definirán los estándares para las máquinas como para la empresa.

#### **Tabla 75:**

##### *Estándares de calidad*

<b>La certificación ISO 9001:2015</b>	Exige la realización del OEE en las empresas. Teniendo como regla que el 85% es un estándar mundial.
<b>Tesis “Plan de Mantenimiento Preventivo”</b>	MP para la prensa hidráulico es de 25 min. MP para la tronadora es de 40 min.

*Fuente: Elaboración Propia*

### **Etapa 9: Valorar los estándares utilizados.**

Para esta última etapa del mantenimiento de la calidad se evaluó la efectividad después de haber implementado un mantenimiento preventivo a las máquinas.

Como resultados se obtuvo lo siguiente:

#### **Tabla 76:**

##### *Resultados OEE*

<b>Disponibilidad</b>	100.00%
<b>Rendimiento</b>	88%
<b>Calidad</b>	95.71%
<b>OEE</b>	83.7500%

*Fuente: Elaboración Propia*

El resultado actual nos indica que la empresa posee un indicador de eficiencia general de equipos (OEE) clasificado como Aceptable debido al resultado de 83.75%, frente al estándar mundial de 85%, presenta importantes ganancias económicas adicionando su competitividad.

**Tabla 77:**
*Mejora de la causa Falta de procedimientos estandarizados*

CAUSA	FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS	
EVIDENCIA		
<b>DATOS DE LA EMPRESA</b>		
NÚMERO DE TRABAJADORES TOTALES	7	TRABAJADORES
NÚMERO DE TRABAJADORES EN ÁREA	2	TRABAJADORES
SUELDO PROMEDIO - MANTTO	S/. 1,200.00	SOLES / MES
MONTO PAGADO MANTTO/MES	S/. 2,400.00	SOLES / MES
# MANTOS CORRECTIVOS REALIZADOS / MES	0	MANTTOS / MES
# MANTOS PREVENTIVOS REALIZADOS / MES	2	MANTTOS / MES
# MANTOS PREDICTIVOS REALIZADOS / MES	2	MANTTOS / MES
DÍAS LABORABLES/ MES	24	DÍAS/MES
HOR. LABORABLES / DIA	8	HORAS/DIA
VALOR DE VENTA UNITARIO	S/. 70.00	SOLES/ P. TER
PORCENTAJE UTILIDAD	45.00%	% <u>UT</u> / P.TER
UNIDADES PRODUCIDAS POR DIA	25	UND/ DIA
<b>CÁLCULO DE PÉRDIDA</b>		

TPO ESTANDAR POR MANTTO CORRECTIVO	0.00	HOR/ MANTTO
TPO TOTAL MANTTOS CORRECTIVOS	0.00	HOR/ MES
TPO TOTAL MANTTOS PREVENTIVOS	8.40	HOR/ MES
TPO TOTAL MANTTOS PREDICTIVOS	6.80	HOR/ MES
COSTO POR TPO DE PARA POR MANTTO CORRECT.	S/. 375.00	SOLES/ MES
UND NO PRODUCIDAS POR PARA	0	UND / MES
UTILIDAD NO PERCIBIDA POR UND NO PROD.	S/. 0.00	SOLES/ MES
COSTO TOTAL POR FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS	S/. 475.00	SOLES /MES

**Fuente: Elaboración Propia**

En la Tabla anterior N° 77 podemos Observar que las utilidades no percibidas por unidades no producidas es cero, eso se debe gracias a que se eliminaron los mantenimientos correctivos; a través de la aplicación de un Mantenimiento Preventivo Total. Disminuyendo de esta manera el costo total por Falta de Procedimientos estandarizados mensual en **S/ 4750.00** soles y al año **S/ 5,700** soles.



## Evaluación económica financiera

### Inversión por Herramienta

#### Tabla 78:

#### *Costos Operacionales de Mantenimiento*

COSTOS OPERACIONALES DE MANTENIMIENTO	
DESCRIPCION	S/.
1 Practica - Ingeniero Industrial	S/. 850.00
1 Jefe de Mantenimiento	S/. 2,150.00
<b>Total (mes)</b>	<b>S/. 3,000.00</b>
<b>Total (Año)</b>	<b>S/. 36,000.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

#### Tabla 79:

*Inversión total para la reducción de costos en la empresa metalmeccánica de la ciudad de Trujillo, 2021.*

INVERSION	
COSTO POR IMPLEMENTACION 5S	S/ 627.00
COSTO POR UN PLAN DE CAPACITACION	S/ 1,995.00
COSTO POR IMPLEMENTACION TPM	S/ 2,975.00
COSTO POR MANO DE OBRA	S/ 36,000.00
COSTO POR ACTIVOS	S/ 12,560.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 54,157.00</b>

Fuente: Elaboración Propia

## Flujo de Caja Proyectado

**Tabla 80:**

*Flujo Neto Efectivo (Año)*

<b>TMAR</b>	20%	<b>COSTO DE IMPLEMENTACION</b>	S/. 54,157.00	<b>Ahorro</b>	S/. 93,246.45
-------------	-----	--------------------------------	---------------	---------------	---------------

Periodos (Año)	0	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
<b>Ahorro</b>		S/. 93,246.45	S/. 97,908.77	S/. 102,804.21	S/. 107,944.42	S/. 113,341.64	S/. 119,008.72	S/. 124,959.16
<b>Costos Operacionales</b>		S/. 54,157.00	S/. 32,494.20	S/. 19,496.52	S/. 11,697.91	S/. 7,018.75	S/. 4,211.25	S/. 2,526.75
<b>Gastos adicionales</b>		S/. 7,920.00	S/. 5,544.00	S/. 3,880.80	S/. 2,716.56	S/. 1,901.59	S/. 1,331.11	S/. 931.78
<b>Depreciación</b>		S/. 1,056.57	S/. 1,056.57	S/. 1,056.57	S/. 1,056.57	S/. 1,056.57	S/. 256.57	S/. 256.57
<b>Utilidad</b>		S/. 31,169.45	S/. 59,870.57	S/. 79,426.89	S/. 93,529.95	S/. 104,421.30	S/. 113,466.36	S/. 121,500.63
<b>Impuesto</b>		S/. 5,610.50	S/. 10,776.70	S/. 14,296.84	S/. 16,835.39	S/. 18,795.83	S/. 20,423.95	S/. 21,870.11
<b>Utilidad Des Impuesto</b>		S/. 25,558.95	S/. 49,093.87	S/. 65,130.05	S/. 76,694.56	S/. 85,625.47	S/. 93,042.42	S/. 99,630.52
<b>Inversión</b>	-S/ 54,157.00							
<b>F.N.E</b>	-S/ 54,157.00	S/. 26,615.52	S/. 50,150.44	S/. 66,186.62	S/. 77,751.13	S/. 86,682.04	S/. 93,298.99	S/. 99,887.09

<b>VAN</b>	S/. 144,728.67
<b>TIR</b>	79%
<b>Beneficio</b>	S/. 198,885.67
<b>Costo</b>	S/. 54,157.00
<b>B/C</b>	S/. 3.67

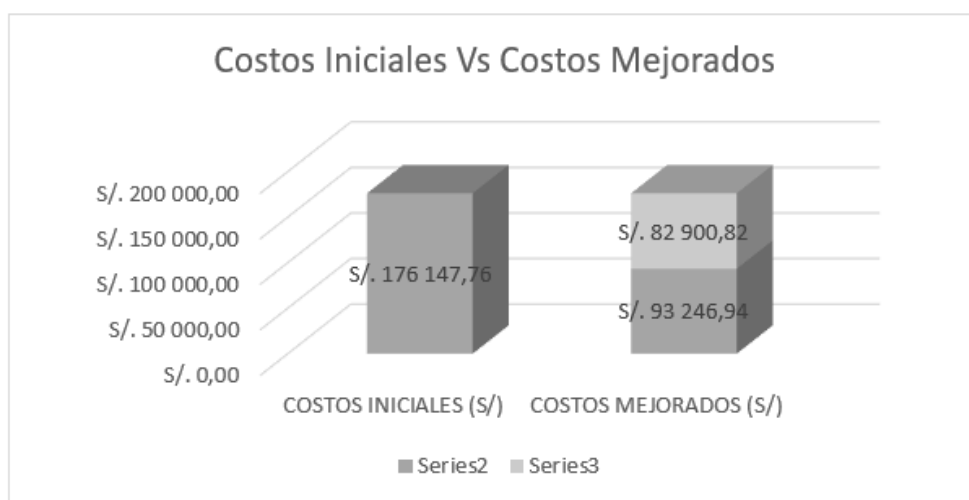
Fuente: Elaboración Propia

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Aplicando los procedimientos establecidos en la investigación logramos reducir los costos de la empresa en S/ 82,900.82 lo que significa una reducción de éstos en un 53%, demostrando así que la gestión de mantenimiento tiene una influencia directa y positiva sobre los costos operacionales de una empresa metalmeccánica.

**Figura 31**

*Costos Iniciales Vs Costos Mejorados*



**Fuente: Elaboración Propia**

Luego de realizado el diagnóstico inicial del área de mantenimiento de una empresa metalmeccánica, sobre el cual se aplicará las herramientas de mejora propuestas, se presentan los costos iniciales, como sigue:

**Tabla 81:**

*Diagnostico actual de los costos en el área de Mantenimiento antes de la aplicación TPM al Mes.*

<b>RESUMEN DE COSTOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>CAUSA</b>	<b>CRITERIOS</b>	<b>CAUSA RAIZ</b>	<b>SOBRECOSTOS ACTUALES</b>
<b>C 01</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES	S/. 2,556.64
<b>C 03</b>	<b>MAQUINARIA</b>	AVERÍAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA	S/. 6,487.86
<b>C 04</b>	<b>METODO</b>	FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS	S/. 2,425.20
<b>C 05</b>	<b>MATERIALES</b>	FALTA DE ORDEN EN LOS ALMACENES	S/. 3,209.28
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>S/. 14,678.98</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 82:**

*Diagnostico actual de los costos en el área de Mantenimiento antes de la aplicación TPM al Año.*

<b>RESUMEN DE COSTOS EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO</b>			
<b>CAUSA</b>	<b>CRITERIOS</b>	<b>CAUSA RAIZ</b>	<b>COSTOS ACTUALES</b>
<b>C 01</b>	<b>MANO DE OBRA</b>	FALTA DE CAPACITACIÓN A LOS TRABAJADORES	S/. 30,679.68
<b>C 03</b>	<b>MAQUINARIA</b>	AVERÍAS CONSTANTES EN LA MAQUINARIA	S/. 77,854.32
<b>C 04</b>	<b>METODO</b>	FALTA DE PROCEDIMIENTOS ESTANDARIZADOS	S/. 29,102.40
<b>C 05</b>	<b>MATERIALES</b>	FALTA DE ORDEN EN LOS ALMACENES	S/. 38,511.36
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>S/. 176,147.76</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Se desarrolló la propuesta, implementando las herramientas de mejora y obteniendo resultados favorables respecto a los costos operacionales de la empresa:

**Tabla 83:**

*Desarrollo y resultados de herramientas*

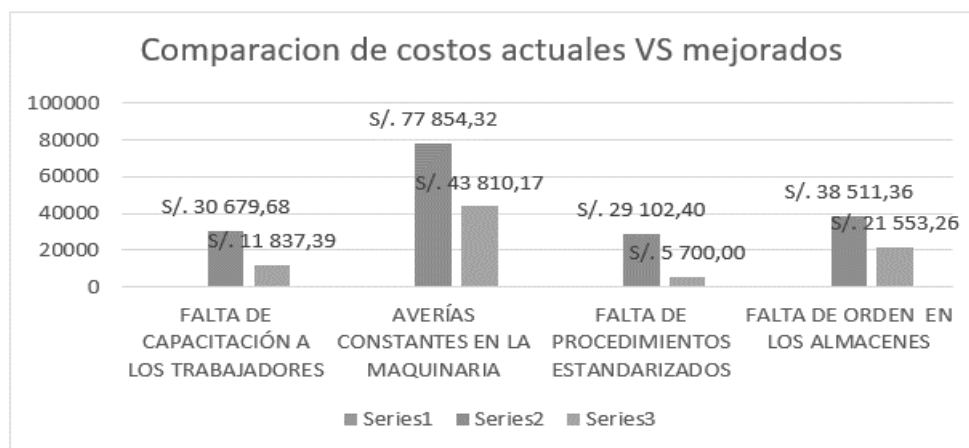
HERRAMIENTA DE MEJORA	DE AHORRO	OBSERVACIONES
<b>PILAR DE CAPACITACION - MANTENIMIENTO AUTONOMO</b>	S/. 18,842.29	Además se logró una reducción de mantenimientos correctivos de 12 mantto/mes a 7 mantto/mes.
<b>PILAR DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO</b>	S/. 34,044.15	Reducción de tiempo estándar de mantenimiento correctivos de 1.56 Hr/mes a 0.92 Hr/mes parcialmente porque luego gracias a la implementación del Pilar Planificado se logró eliminar los mantenimientos Correctivos. Además, una reducción de costo por Unidades no producidas de 1,975.270 soles a 1,265.63 soles.
<b>PILAR DE MANTENIMIENTO DE CALIDAD</b>	S/. 23,402.40	Reducción de tiempo total de mantenimiento de 18.7 Hr/mes a 11.04Hr/mes.
<b>METODOLOGIA 5s</b>	S/. 16,958.10	Aumento del porcentaje de evaluación del formato 5s de 50% a 100%. Reducción de tiempos en el proceso productivo de mangueras hidráulicas gracias a la implementación de la metodología 5s de 457 Hr a 379.8 Hr, viendo una reducción de tiempo de 1.3 horas.

**Fuente: Elaboración Propia**

Además, se presenta una gráfica detallando los costos antes y después de la aplicación de la Metodología TPM, donde se puede notar el nivel de mejora.

**Figura 32:**

*Comparación de costos actuales Vs mejorados*



**Fuente:** Elaboración Propia

Demostrando así un claro control de los costos del área, al lograr su disminución, lo cual sustenta la eficacia en el mediano plazo de las herramientas de mejora aplicadas.

Se realizó la evaluación del impacto económico financiero de la propuesta y los costos operacionales de una empresa metalmeccánica, determinándose los siguientes indicadores financieros

**Tabla 84:**

*Resumen de Indicadores Financieros*

<b>VAN</b>	<b>S/. 144,728.67</b>
<b>TIR</b>	<b>79%</b>
<b>Beneficio</b>	S/. 198,885.67
<b>Costo</b>	S/. 54,157.00
<b>B/C</b>	<b>S/. 3.67</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

Sustentando la reducción de los costos iniciales, lo que impacta directamente sobre los costos operativos de una empresa, como lo demuestra la TIR que es superior al COK inicial.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### DISCUSION

El siguiente trabajo de investigación reunió información veraz para solucionar problemas en el área de mantenimiento para disminuir los costos de la empresa Metalmecánica local, de la ciudad de Trujillo, 2021. En este sentido se comparó con los resultados de otros estudios que implementaron mejoras similares.

Luego de la aplicación de la propuesta del Mantenimiento Productivo Total para reducir costos operativos de la empresa metalmecánica, dicho costo tuvo una variación del 53% lo que se ve reflejado en la disminución de costos antes de la propuesta de S/. 176,147.76 a S/. 82,900.82 con la aplicación propuesta obteniéndose una reducción de costo de S/. 90,081.86 comparando, los resultados de la metodología aplicada son parecidos que se pueden ver con claridad la revisión de literatura de Benavidez & Masso (2019), “Propuesta de mantenimiento productivo total (TPM) en el proceso de molienda primaria de la planta de Argos S.A Valle del Cauca”, donde se busca que a partir de los programas de desarrollo de TPM, se pase porcentualmente en horas de paradas del 15.09% al 14.68% reduciéndose en un 30% fallas generadas principalmente por los conceptos de mantenimiento mecánico, A su vez se quiere disminuir las paradas y mejorar los porcentajes de efectividad en la molienda que para el año 2018 está en un 84.91% y pasaría a un 85.32% en el año 2019 incorporando el TPM; asimismo, se reduciría los 55 días de paro en un periodo de 1 año a 53 días.

Por otro lado, se hará un enfoque de comparación más profundo con respecto a los diagnósticos y herramientas de mejoras utilizadas para dicho estudio de trabajo, teniendo en cuenta el estudio de Arévalo, V. (2018), en su trabajo de investigación titulada “Propuesta de implementación de Mantenimiento Productivo Total para reducir los costos operativos de la empresa Metarqel S.A.C. Tiene el objetivo de evaluar la propuesta de mejora. El diagnóstico señala que existe un manejo ineficiente de recursos en el área de mantenimiento, lo cual afecta la rentabilidad de la empresa. Se

propone mejorar el área de mantenimiento a través de metodologías, herramientas y técnicas como: Gestión de talento humano, manufactura esbelta, auditoría y mantenimiento productivo total. Se demuestra que gracias a las metodologías aplicadas se pudo mejorar los indicadores, obteniendo un beneficio neto de S/. 2,878.72 nuevos soles cuanto a indicadores de productividad y número de personal capacitado. En cuanto al indicador de cumplimiento de las 5s se obtuvo un beneficio neto de S/. 5,105.15. Finalmente se obtuvo un beneficio neto de S/. 5,227.43 en cuanto al indicador de tiempo medio promedio para reparar. Estos resultados se deben a un uso eficiente mantenimiento gracias a la capacitación realizada. Teniendo como resultado un VAN de S/. 3.764,80, un TIR de 36,09% y un B/C de 1.6. Se concluye que la propuesta de mejora para el área de mantenimiento permite incrementar la rentabilidad de la empresa MetarquelS.A.C.

Mientras que, el presente trabajo de Aplicación del Mantenimiento Productivo Total para reducir costos operativos en la empresa metalmecánica, Trujillo - 2021, en su diagnóstico nos indica una reducción con respecto a la cantidad de averías por mantenimiento correctivo de 144 a 72 con un total de 237.6 a 110.88 horas. Por otra parte, el plan de capacitación propuesto permitirá reducir las fallas atendidas de 67% a un 33% reduciendo las pérdidas por falta de capacitación de S/30,679.68 a S/11,837.39. A la vez Cabe mencionar que con la ayuda de programas de capacitación y con la aplicación del Pilar de mantenimiento de Calidad se espera una reducción en procedimiento procesos estandarizados de 84 % a un 16% que en términos de costos es de S/. 29,102.40 a S/. 5,700. Además, se aplicó el desarrollo del plan de mantenimiento Total tomando como base el pilar de Mantenimiento planificado que me permitirá bajar las averías constantes en máquinas reduciendo una pérdida anual de S/. 77,854.320 a S/. 43,810.17, además se desarrolló la metodología 5 s teniendo una evaluación actual del 50 % de cumplimiento la cual se ve reflejada positivamente después de su aplicación a través de la evaluación en un 100% de cumplimiento y obteniendo un beneficio costo del 3.67 y un TIR DEL 79%.

Asimismo, Sánchez (2021), en su trabajo de investigación “Propuesta de implementación de un



plan de mantenimiento productivo total (TPM) para reducir costos operativos en la empresa de transportes días S.A.C”, Se realizó con el propósito de determinar el impacto de la propuesta de implementación de un Plan de Mantenimiento Productivo Total (TPM), sobre los costos operativos de la empresa Transportes Días S.A.C.; con el supuesto de que los costos operativos se reducirán. En la primera etapa se diagnosticó la situación problemática en el área de mantenimiento calculándose una pérdida monetaria mensual de S/. 46,183.93 Las herramientas seleccionadas para eliminar los problemas son: TPM y Plan Anual de Compras. Para validar la viabilidad técnica se realizó un análisis económico determinándose que el ahorro mensual de la mejora es de S/. 9,791.67, el VAN es S/. 160,096.90, el TIR es de 76.23%, B/C de S/.1.63. Finalmente se llegó a la conclusión que la propuesta de mejora es técnica y económicamente viable permitiendo reducir los costos operativos de la empresa.

Como resultado más relevante, según Bernal & Parra (2020), en su estudio de investigación Plan de aplicación del TPM para los equipos y herramientas de la planta de fabricación y ensamblaje de vehículos de Niko Racing Colombia, mostró que la implementación del programa TPM resulta ser rentable a partir de la reducción de costos de mantenimiento, y costos de seguros de lucro cesante, así como el aumento en la disponibilidad de equipos y extensión de su vida útil, todo lo cual a mediano plazo impactará positivamente en las ventas.

A partir de lo encontrado, los autores proponen que la investigación sobre el tema se oriente a comprender las dimensiones del cambio cultural implicado en la mejora de las actividades de manufactura, en particular en las pequeñas y medianas empresas (PYMES) del sector metalmeccánico en América Latina. Para concluir, como podemos deducir los trabajos presentados por los diversos autores hacen mención a que sus investigaciones fueron positiva ya que lograron reducir sus costos considerablemente además de realizar su análisis financiero respectivamente, teniendo en cada trabajo un TIR no menor al 50% ,haciendo remembranza con nuestro estudio de investigación podemos aludir que nuestros costos mejorados tuvieron un realce significativo además de que dicho análisis financiero

fue positivo obteniendo un TIR de 79%.

## CONCLUSIONES

El impacto de la aplicación de un Mantenimiento Preventivo Total para disminuir los costos de una empresa metalmecánica, según el estudio realizado en la presente investigación, sería de una reducción de costo en S/ 93, 246.45 en el primer año de operación de la aplicación, sustentada en los ahorros generados a partir de la disminución de costos (actual, S/ 176,147.27 y mejorado, S/ 82,900.82) producto de la aplicación de la propuesta de mejora. Se espera un aumento del 5% de los resultados del primer año justificados económicamente a través de los indicadores económicos de VAN, TIR, B/C.

Se realizó el diagnóstico de la situación actual del área de mantenimiento que participan en la línea de producción de las mangueras hidráulicas de la empresa metalmecánica, encontrando que los principales problemas son: falta de capacitación a los trabajadores, desorden en planta, averías constantes en la maquinaria y falta de procedimientos estandarizados. Todas estas causas ascienden a un costo de S/ 176.1475.76 soles.

Se desarrolló la aplicación de la Metodología TPM, (cabe mencionar que en dicho plan de Mantenimiento solo se trabajara con tres pilares: Mantenimiento, autónomo, Capacitación y entrenamiento; Pilar de Mantenimiento Planificado y Pilar de Mantenimiento de la Calidad), herramienta 5s y un plan de capacitación, que después de su aplicación los costos de los problemas encontrados en el diagnóstico disminuyeron a S/ 82,900.82 soles generando un ahorro beneficio de S/ 93,246.94 soles.

Se realizó una evaluación económica financiera obteniéndose los siguientes indicadores un VAN de S/ 144,728.67 que nos indica que la propuesta de la aplicación es rentable, con un TIR de 79 % que nos indica que la propuesta tiene una alta tasa de retorno de la inversión superior a la TMAR del 20% y un B/C de 3.67 que nos indica que ganaremos S/.2.67 soles por cada sol invertido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvites, M. (2013). Propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento en una empresa productora de alimentos de consumo masivo”. In *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*.
- Arévalo, V. (2018). *Propuesta De Implementación de Mantenimiento Productivo Total para reducir los Costos Operativos dela Empresa Metarqel S.A.C”*.
- Benavidez, M. F., & Masso, J. A. (2019). Propuesta de mantenimiento productivo total (TPM) en el proceso de molienda primaria de la planta de argos S.A Valle del Cauca. *Tesis (Ingeniero Industrial)*. Obtenido de <https://repository.usc.edu.co/handle/20.500.12421/110>
- Bernal, I. de L. L., & Patten, A. S. (2010). La investigación familiar y el valor de la metodología cualitativa para el estudio del afrontamiento a la enfermedad sicklemica. *Revista Cubana de Salud Pública*, 36(1). <https://doi.org/10.1590/s0864-34662010000100006>
- Bernal, W., & Parra, E. (2020). *Plan de aplicación del TPM para los equipos y herramientas de la planta de fabricación y ensamblaje de vehículos de Niko Racing Colombia*.
- Fernández Álvarez, E. (2018). *Gestión de Mantenimiento, Lean Maintenance y Mantenimiento Preventivo Total*.
- Heizer, J., & Render, B. (2008). Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones tácticas, 8.ª Edición Pearson Educación. S.A.  
<https://s39fbb900fa1cbc52.jimcontent.com/download/version/1519071965/module/14098467830/name/2.%20Direcci%C3%B3n%20de%20la%20producci%C3%B3n%20y%20de%20operaciones%2C%208va%20Edici%C3%B3n%20-%20Jay%20Heizer-.pdf>

Ladino Soto, J. J. (2021). Gestión de mantenimiento en las gerencias de perforación y rehabilitación de la industria petrolera: Maintenance management in the drilling and rehabilitation management of the oil industry. *Panel - Revista de Administración*, 3(2).  
<https://doi.org/10.33996/panel.v3i2.4>

Menesby, E. (2013). *Fundamentos de Costos*.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/7438/Fundamentos%20de%20Costos%207-46.pdf?sequence=1>

Morales, J. (2012). *Procedimiento para la realización de un Mantenimiento Preventivo Total*. Japan Institute of Plant Maintenance (JIPM).

Moscoso, A. (2021). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento basado en principios de las metodologías TPM y RCM para reducir los tiempos de parada de máquina en una empresa del sector*.

Rey, F. (2005). *Las 5 S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Fundación CONFEMETAL.

Salazar, C. (2021). *Implementación de mejoras basadas en el mantenimiento productivo total en el área de envasado de la Empresa KIKKO CORPORATION S. A., Escuela Académico Profesional de Ingeniera Industrial*.

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11548/4/IV\\_FIN\\_108\\_TSP\\_Aquino\\_Salazar\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11548/4/IV_FIN_108_TSP_Aquino_Salazar_2021.pdf)

Sánchez, O. (2021). *Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento productivo total (TPM) para reducir costos operativos en la empresa de transportes días S.A.C.*

Shirose, K. (1991). Programa de Desarrollo del TPM. Madrid. Edición en español Tecnología de gerencia y producción S. A, 35–40.

<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780203735343/tpm-en-industrias-de-proceso-tokutaro-suzuki>

Silva, E. (2012). *La implantación del TPM en el área de laminado en frío de la corporación de aceros Arequipa S.A. en la zona de las enderezadoras.*

Suzuki, T. (2017). *Mantenimiento Productivo Total en industrias de proceso.*

Tuarez Medranda, C. A. (2013). *Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercialización de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (mantenimiento productivo total).*

Urbina, G. B. (2010). *Evaluación de proyectos. McGraw-Hill, S.A. Pag.151, 6ª. Ed. México.*

<https://pabloreyesviol.files.wordpress.com/2018/05/1-gabriel-baca-urbina-evaluacion-de-proyectos-6ta-edicion-2010.pdf>

Victorio, Y. (2019). *Propuesta de mejora aplicando Mantenimiento Productivo Total en el área de producción de la empresa Montalván Verástegui SAC.*

## ANEXOS

### C 03 AVERIAS CONSTANTES EN EQUIPOS Y MAQUINAS PILAR DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO EVALUAR EQUIPO – REGISTRO DE EQUIPOS

#### ANEXO N° 1: Registro de equipos – Prensa Hidráulica

REGISTRO DE EQUIPOS			
EQUIPO	PRENSA HIDRAULICA		
SERIE	ZE-150-54	MODELO	PRENSA HIDRAULICA
MARCA	HIDRAULI	FECHA DE COMPRA	20/01/2017
UBICACIÓN FÍSICA	ÁREA DE PRODUCCIÓN	SERVICIO	MANUAL
<b>FUNCIÓN</b>			
La función principal de prensa hidráulica es de unir o dar forma a los materiales.			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>			
CAPACIDAD	10-40 Ton.	10-40 Ton.	
DIMENSIONES	(La x An x Ha)	1000 mm x 1200 mm x 1800 mm	PESO NETO 500 Kg
PRESIÓN MAXIMA		300 bar	
<b>CARACTERISTICAS ADICIONALES</b>			
HP		4	

*Fuente: Elaboración propia*

#### ANEXO N° 2: Registro de equipos – Tronzadora 1

REGISTRO DE EQUIPOS			
EQUIPO	TRONZADORA 1		
SERIE	150-54	MODELO	M2400
MARCA	TRON	FECHA DE COMPRA	20/01/2018
UBICACIÓN FÍSICA	ÁREA DE PRODUCCIÓN	SERVICIO	ELECTRICO
<b>FUNCIÓN</b>			
Mediante una herramienta de corte, permite cortar piezas metálicas en piezas más pequeñas.			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>			
DIMENSIONES	(La x An x Ha)	500 mm x 280 mm x 620 mm	PESO NETO 1.5 Kg
DIAMETRO RUEDA CORTE		355 mm	
DIAMETRO DE ORIFICIO		25.4 mm	
<b>CARACTERISTICAS ADICIONALES</b>			
HP			
RPM		3800 Rpm	

*Fuente: Elaboración propia*



**ANEXO N° 3:** Registro de equipos – Tronzadora 1

<b>REGISTRO DE EQUIPOS</b>			
EQUIPO	TRONZADORA 2		
SERIE	150-54	MODELO	IRM 1050 X 110
MARCA	CORT	FECHA DE COMPRA	20/01/2018
UBICACIÓN FÍSICA	ÁREA DE PRODUCCIÓN	SERVICIO	ELECTRICO
<b>FUNCIÓN</b>			
Es una máquina donde puedes darle forma curva o mas bien tubular a una lámina o placa.			
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>			
DIMENSIONES (La x An x Ha)	2200 mm x 750 mm x 1000 mm	PESO NETO	1000 kg
DIAMETRO EJE SUPERIOR	450 mm	DIAMETRO EJE INFERIOR	160 mm
DIAMETRO DE ORIFICIO	25.4 mm		
<b>CARACTERISTICAS ADICIONALES</b>			
HP	2.2		
RPM	3 Rpm		

*Fuente: Elaboración propia*

## EVALUAR EQUIPO – EVALUAR Y PRIORIZAR LOS MAQUINAS

### ANEXO N° 4: Funciones que cumplen los equipos en la línea de producción de mangueras hidráulicas

Sistema: Prensa Hidráulica	Funciones Principales	Funciones Secundarias
	<p>La función principal de prensa hidráulica es de unir o dar forma a los materiales.</p>	<p>No contaminar el medio ambiente con aceites y/o otros lubricantes.</p>
		<p>Controles accesibles que permitan observar el funcionamiento.</p>
Sistema: Tronzadora	Funciones Principales	Funciones Secundarias
	<p>Mediante una herramienta de corte, permite cortar piezas metálicas en piezas más pequeñas.</p>	<p>No contaminar el medio ambiente con aceites y/o otros lubricantes.</p>
		<p>Controles accesibles que permitan observar el funcionamiento.</p>

*Elaboración propia*



*ANEXO N° 5: Criticidad de las maquinas que participan el proceso de producción de mangueras hidráulicas*

Variables	Concepto	Ponderación	Prensa hidráulica	Tronzadora
Producción	Para	4	4	4
	Reduce	2		
	No para	0		
Valor Técnico	Alto	4	4	4
	Medio	2		
	Bajo	1		
Daños Secuenciales				
A la maquina	Si	2	2	2
	No	0		
Al proceso	Si	3	3	3
	No	0		
Al personal operador	Riesgo	1	1	0
	Sin riesgo	0		
Dependencia logística	Extranjero	2	0	0
	Local	0		
Dependencia de la mano de obra	Terceros	2	2	2
	Propia	0		
Probabilidad de fallas	Alta	1	1	1
	Baja	0		
Facilidad de reparación	Alta	1	0	1
	Baja	0		
<b>Ponderación total de Criticidad</b>			<b>17</b>	<b>17</b>

*Elaboración propia*



**Etapas 1: Identificar el punto de partida del estado de los equipos - Definir los niveles de averías**

*ANEXO N° 6: Análisis de causa efecto (AMEF) para la maquina Prensadora Hidráulica*

		Mantenimiento Centrado en Confiabilidad							METAL MECANICA		
		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA							Código: FPSGSST 08-05		
									Versión: 01		
									Fecha de Emisión: 01.06.2018		
		EQUIPO: PRENSA HIDRAÚLICA					FECHA DE REVISIÓN: MAYO -2018		ÁREA : PRODUCCIÓN		
Función	Falla funcional	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	Prioridad	Modo de falla		Efecto de Falla		
1	La función principal de prensa hidráulica es de unir o doblar piezas	A	No se realiza el dobles correcto	8	4	6	192	Medio	1	Prensa dañada	Pérdida de producción, Productos defectuosos, mayor tiempo para alcanzar las pedidos y el cliente insatisfecho
				8	7	2	112	Bajo	2	Obstrucción en el sistema hidráulico	
				8	6	3	144	Medio	3	Fuga de aceite.	
				9	4	4	144	Medio	4	Sobrecarga de fuerza	
				8	3	4	96	Bajo	5	Motor dañado	
				5	5	6	150	Medio	6	Falta de engrase en los rodamientos	
				8	5	4	160	Medio	7	Eje principal de la prensa desgastada	

*Elaboración propia*

*ANEXO N° 7.: Análisis de causa efecto (AMEF) para la maquina Tronzadora*

		Reliability Centred Maintenance Mantenimiento Centrado en Confiabilidad							Metal mecanica		
		ANALISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLA							Código: FPSGSST 08-05		
									Versión: 01		
									Fecha de Emisión: 01.06.2018		
		EQUIPO: Tronzadora					FECHA DE REVISIÓN: MAYO -2018		ÁREA : PRODUCCIÓN		
	Función	Falla funcional		Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	Prioridad	Modo de falla		Efecto de Falla
1	Mediante una herramienta de corte, permite cortar piezas metálicas en piezas más pequeñas.	A	No realiza el corte.	5	7	8	280	Medio	1	Sistema eléctrico dañado (resistencia)	Pérdida de producción, Productos defectuosos, mayor tiempo para alcanzar las pedidos y el cliente insatisfecho
				9	5	3	135	Medio	2	Herramienta de corte dañada	
				6	6	3	108	Bajo	3	Daños en el sistema de movimiento.	
				3	6	1	18	Bajo	4	Motor dañado.	

*Elaboración propia*

## Etapa 2: Mejorar el sistema de información de mantenimiento

### ANEXO N° 8: Análisis de errores de las máquinas que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas

MAQUINAS CRITICAS	DEFINICION DE LA MAQUINA	LISTA DE ERRORES	DESCRIPCION DE TAREAS A REALIZAR PARA EVITAR ERRORES	
			PRINCIPALES	SECUNDARIAS
<b>PRENSA HIDRAULICA</b>	Es una máquina herramienta que tiene como finalidad lograr la deformación permanente o incluso cortar un determinado material, mediante la aplicación de una carga. Es utilizada en operaciones de trabajo en frío y en caliente. Consiste de un bastidor que sostiene una bancada y un ariete, una fuente de potencia, y un mecanismo para mover el ariete linealmente y en ángulos rectos con relación a la bancada.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contaminación del filtro del regulador electrónico y del área de paso de aire, las cuales se ubican dentro de la prensa hidráulica.</li> <li>2. Irregularidad en el nivel del líquido hidráulico, en varios casos se ha dado que existía excesos de este material, como también se ha dado el caso de sufrir su ausencia.</li> <li>3. Falta de supervisión en la calidad de las condiciones de las mangueras hidráulicas</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambiar el filtro del regulador electrónico si es necesario. Si el filtro se ensucia rápidamente, podría indicar presencia de contaminantes en el aire que deben ser eliminados, porque podrían derivar en otros problemas.</li> <li>2. Limpiar cualquier rastro de suciedad, de aceite o cualquier otro tipo de material del área de paso de aire. Esto ayudará a detectar problemas con los sistemas de la prensa.</li> <li>3. Revisar e instalar el sistema a usar, servidor, equipos y otros para verificar su buen funcionamiento.</li> <li>4. Controlar el nivel del líquido hidráulico.</li> <li>5. Corroborar que las mangueras estén en óptimas condiciones.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar un mantenimiento adecuado, comprobando el funcionamiento correcto de la válvula.</li> <li>2. Mantener el entorno de la máquina libre de cualquier objeto y evitar la presencia de otros trabajadores junto a la máquina, mientras ésta se encuentra en funcionamiento.</li> <li>3. Tomar medidas especiales de seguridad que reduzcan el riesgo cuando se usa la máquina.</li> </ol>
<b>TRONZADORA</b>	Es una máquina que tiene como finalidad realizar divisiones a estructuras metálicas mediante una rueda de corte a una determinada velocidad. Se puede utilizar esta máquina para realizar cortes de piezas en distintos ángulos	<p>Los dispositivos de seguridad se encuentran inestables y/o flojos por lo que las piezas metálicas que van a sufrir una división pueden dañarse y/o dañar al operario. Además, la asfixia y/o incendio son bastante probables en lugares cerrados. Exposición a contaminantes químicos e inhalación de polvo</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Antes de utilizar cualquier máquina esta debe ser revisada, prestando especial atención a que estén colocados todos los dispositivos de seguridad.</li> <li>2. No utilizar nunca máquinas en atmósferas potencialmente explosivas (cerca de material inflamable).</li> <li>3. Conocer el material a cortar, ya que cuando se corta puede liberar un polvo combustible, explosivo o nocivo por lo que se deben tomar las medidas de prevención del caso.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizar un mantenimiento adecuado, comprobando el funcionamiento correcto del interruptor.</li> <li>2. Mantener el entorno de la máquina libre de cualquier objeto y evitar la presencia de otros trabajadores junto a la máquina, mientras ésta se encuentra en funcionamiento.</li> <li>3. Tomar medidas especiales de seguridad que reduzcan el riesgo cuando se usa la máquina.</li> </ol>

Elaboración propia

### Etapa 3: Mejorar el sistema de mantenimiento periódico

#### ANEXO N° 9: Análisis de criticidad de las máquinas que participan en el proceso de producción de mangueras hidráulicas

EQUIPO	PRODUCCIÓN		CALIDAD	MANTENIMIENTO			SEGURIDAD	VALOR DE LA CRITICIDAD	
	TASA DE MARCHA	EQUIPO AUXILIAR	INFLUENCIA SOBRE EL PROCESO	INFLUENCIA EN LA CALIDAD DEL PRODUCTO	COSTO MENSUAL DE MANTENIMIENTO	HORAS DE PARO EN EL MES	GRADO DE ESPECIALISTA		INFLUENCIA EN LA SEGURIDAD O MEDIO AMBIENTE
TRONZADORA	4	5	4	5	1	4	4	2	29
PRENSA HIDRAULICA	4	4	5	4	1	4	4	2	28

*Elaboración propia*

#### ANEXO N° 10: Criterios

CRITERIOS	
1	PRODUCCION
2	CALIDAD
3	MANTENIMIENTO
4	SEGURIDAD

*Elaboración propia*

#### ANEXO N° 11: Análisis de criticidad -Taza de utilización de alas maquinas

1	PRODUCCION	taza de utilización del equipo
CALIFICACIÓN		CARACTERISTICA
4		>80%
2		Entre 50 y 80%
1		<50%

*Elaboración propia*

#### ANEXO N° 12: Análisis de criticidad - Valores para equipo auxiliar

valores para equipo auxiliar

CALIFICACIÓN	CARACTERISTICA
5	Sin posibilidad de reemplazo
4	Equipos de la misma clase en el proceso productivo
1	Equipos con duplicado

*Elaboración propia*

**ANEXO N° 13: Análisis de criticidad – Influencia del equipo en el proceso de producción**

Influencia del equipo en el proceso de producción

CALIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA
5	Paro del proceso de producción
4	Influencia importante
2	Influencia relativa
1	No interviene en el proceso principal

*Elaboración propia*

**ANEXO N° 14: Análisis de criticidad – Influencia del equipo en la calidad del producto**

<b>2</b>	<b>CALIDAD</b>	Influencia del equipo en la calidad del producto
	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>
	5	Decisiva
	4	Importante
	2	Sensible
1	Nula	

*Elaboración propia*

**ANEXO N° 15: Análisis de criticidad – Costo mensual de mantenimiento**

<b>3</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>	Costo mensual de mantenimiento
	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>CARACTERÍSTICA</b>
	4	>10000
	2	Entre 10000 y 3000
	1	< Menos de 3000

*Elaboración propia*

**ANEXO N° 16: Análisis de criticidad - Número de horas de paradas por averías en el mes**

Número de horas de paradas por averías en el mes

CALIFICACIÓN	CARACTERISTICA
4	Mayor a 3 horas
2	Entre 1 a 3 horas
1	Menor a 1 hora

*Elaboración propia*

**ANEXO N° 17: Análisis de criticidad - Grado de especialización del equipo**

Grado de especialización del equipo

CALIFICACIÓN	CARACTERISTICA
4	Especialista
2	Normal
1	Sin especialidad

*Elaboración propia*

**ANEXO N° 18: Análisis de criticidad – Influencia del equipo en la seguridad industrial y medio ambiente**

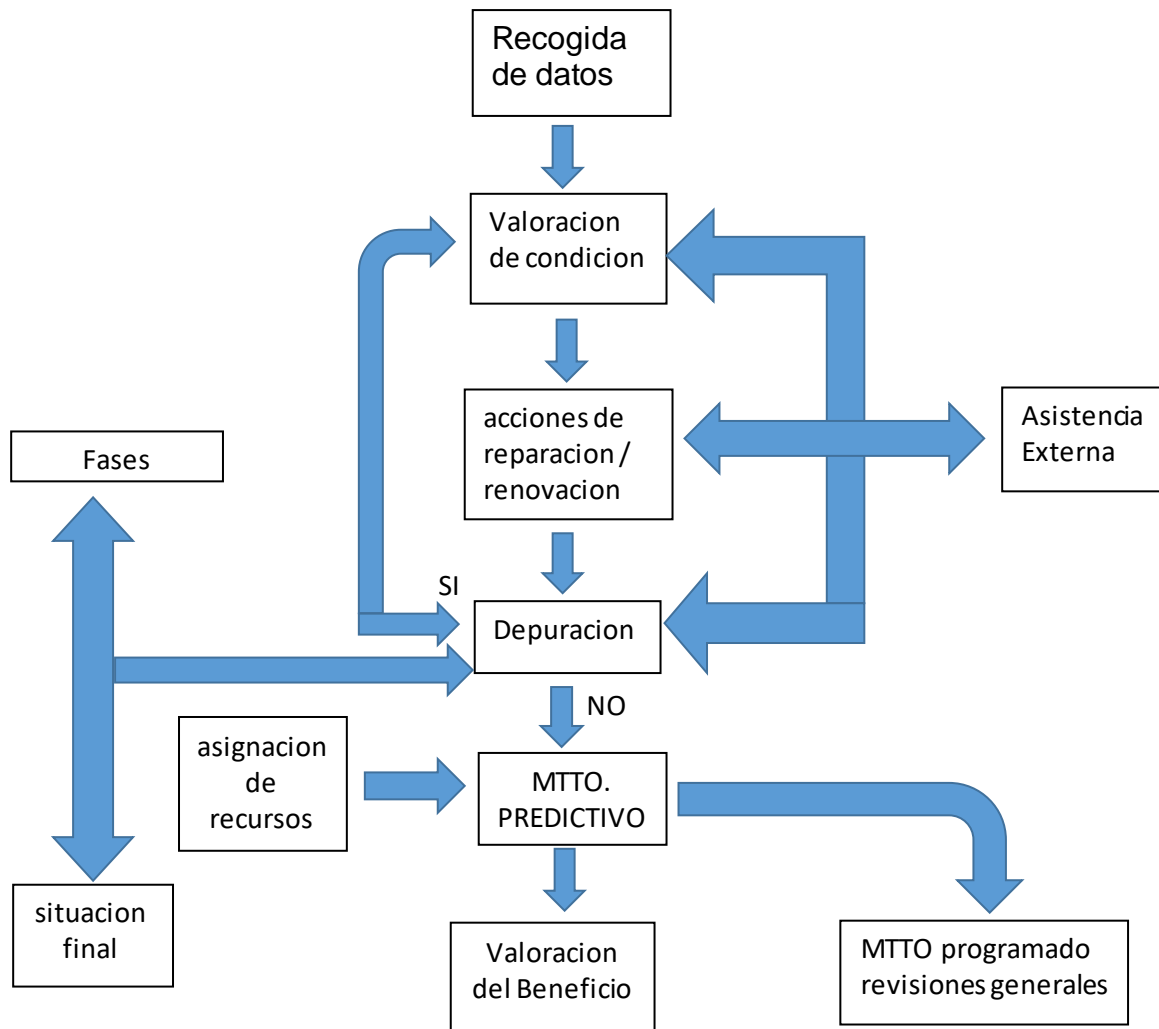
<b>4</b>	<b>Seguridad</b>	Influencia del equipo en la seguridad industrial y medio ambiente
	CALIFICACIÓN	CARACTERISTICA
	5	Riesgo mortal
	4	Riesgo para la instalación
	2	Influencia relativa
1	Sin influencia	

*Elaboración propia*



#### Etapa 4: Desarrollo del sistema de mantenimiento predictivo

##### ANEXO N° 19: Flujo del sistema de mantenimiento predictivo



*Elaboración propia*

C 04: Desorden en Planta – Aplicación de la Metodología 5S.

**ANEXO N° 20: Integrar as 3 S**

INTEGRACION DE LAS 3M						
AREA /PUESTO DE TRABAJO	RESPONSABLE	CLASIFICACION	ORDEN	LIMPIEZA		
ALMACEN DE MANTENIMIENTO Y MATERIALES	Juuliana Torrejon Mendoza Pedro Gamboa Gonzales	Clasificar mediante una lista los objetos innecesarios y mantener actualizado las tarjetas rojas diariamente	Son los encargados de Generar el orden en su misma área , todo lo que utilizan ; regresa al mismo lugar despues de su uso .	Organizar las herramientas tiradas en el area de almacen.	Son los encargados de mantener limpio el área donde se desempeñan, cumpliendo con los Manuales establecidos en la tercera "S", ademas de contribuir con un plan de mantenimiento autonomo.	Son los encargados de mantener el piso limpio y seco diariamente
			Ordenar los tubos derramados en el area de almclen y verificar si son innecesarias.	Desechar residuos de mangueras, cajas de cartón y cualquier otro elemento del piso del almacen		
			Ordenar y eliminar las bandejas encontrdas en el almacen y realizar diariamente este trabajo ; eliminar objetos innecesarios	Retirar los papeles del tacho de la basura cada cambio de turno.		
PUESTO DE TRONZADO	Gustavo Salcedo Lopez	Clasificar mediante una lista los objetos innecesarios y mantener actualizado las tarjetas rojas diariamente	Es el encargado de Generar el orden en su puesto de trabajo , todo lo que utiliza ; regresa al mismo lugar despues de su uso .	Ordenar y eliminar objetos innecesarios , realizar diariamente este trabajo .	Es el encargado de mantener limpio y en buen estado las maquinas que se encuentran en el puesto de trabajo , cumpliendo con los Manuales establecidos en la terceras "S", ademas de contribuir con un plan de mantenimiento autonomo.	Revisar e instalar y limpiar el sistema a usar, servidor, equipos y otros para verificar su buen funcionamiento.
			Organizar las herramientas encontradas en el puesto de Tronzado diariamente.	Son los encargados de mantener el piso limpio diariamente.		
PUESTO DE TORNEADO	Oscar Taboada Sanchez	Clasificar mediante una lista los objetos innecesarios y mantener actualizado las tarjetas rojas diariamente	Es el encargado de Generar el orden en su puesto de trabajo , todo lo que utiliza ; regresa al mismo lugar despues de su uso .	Ordenar y eliminar objetos innecesarios , realizar diariamente este trabajo .	Es el encargado de mantener limpio su puesto de trabajo , cumpliendo con los Manuales establecidos en la terceras "S", ademas de contribuir con un plan de mantenimiento autonomo.	Limpiar cualquier rastro de suciedad, de aceite o cualquier otro tipo de material de la maquina. Esto ayudará a detectar problemas con la Tronzadora
			Organizar las herramientas encontradas en el puesto de Torneado diariamente.	Cambiar el filtro del regulador electrónico si es necesario.		
PUESTO DE PRENSADO	Jose Arrunategui Calvo	Clasificar mediante una lista los objetos innecesarios y mantener actualizado las tarjetas rojas diariamente	Es el encargado de Generar el orden en su puesto de trabajo , todo lo que utiliza ; regresa al mismo lugar despues de su uso .	Ordenar y reubicar los acoples derramados en el puesto de Prensado.	Es el encargado de mantener limpio su puesto de trabajo , cumpliendo con los Manuales establecidos en la terceras "S", ademas de contribuir con un plan de mantenimiento autónomo.	Limpiar cualquier rastro de suciedad, de aceite o cualquier otro tipo de material ubicada en la maquina.
			Organizar las herramientas encontradas en el puesto de Prensado diariamente.	Revisar e instalar y limpiar el sistema a usar, servidor, equipos y otros para verificar su buen funcionamiento.		
AREA DE ACABADO	Melissa Mendoza Ramirez Daniel Leon Perez	Clasificar mediante una lista los objetos innecesarios y mantener actualizado las tarjetas rojas diariamente	Son los encargados de Generar el orden en su misma área , todo lo que utilizan ; regresa al mismo lugar despues de su uso .	Organizar las herramientas encontradas en el puesto de Prensado diariamente.	Son los encargados de mantener limpio el área de Acabado, cumpliendo con los Manuales establecidos en la tercera "S", ademas de contribuir con un plan de mantenimiento autonomo.	Corroborar que las mangueras estén en óptimas condiciones
			Organizar las herramientas encontradas en el puesto de Prensado diariamente.	Antes de utilizar cualquier máquina esta debe ser revisada, prestando especial atención a que estén colocados todos los dispositivos de seguridad.		
				Ordenar y eliminar objetos innecesarios , realizar diariamente este trabajo .		Limpiar cualquier rastro de suciedad, de aceite o cualquier otro tipo de material ubicada en la maquina.
						Realizar un mantenimiento adecuado, comprobando el funcionamiento correcto del interruptor.
						Son los encargados de mantener el piso limpio y seco diariamente
						Remover materiales innecesarias encontrados en el area de Acabado

Fuente: Elaboración Propia.

### Causa 03: Falta de Procedimientos estandarizados - Pilar Mantenimiento de Calidad

#### Etapa 1: Identificación de la situación actual del equipo

#### ANEXO N° 21: Check List para la Maquina Prensadora

##### CHECK LIST PARA LA MAQUINA PRENSADORA

Para identificar el cumplimiento o incumplimiento de las diversas actividades de control o inspección para las máquinas

<b>Registros de reparaciones o fichas de máquinas.</b>		
1	Nombre, número del equipo y ubicación en la planta.	1
2	Nombre del fabricante, modelo, número de serie, capacidad, potencia del accionamiento, tensiones de servicio, etc.	0
3	Fecha en que se realizan trabajos de mantenimiento.	1
4	Naturaleza de los fallos, sus causas y reparaciones realizadas.	0
5	coste de materiales utilizados en las reparaciones	0
6	Horas-hombre insumidas por las reparaciones.	1
7	Horas-máquina improductivas (sólo las ocasionadas por mantenimiento).	1
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>4</b>
		<b>15%</b>
<b>Planillas de inspección para un programa de inspección de equipos de producción</b>		
8	Identificación del o los equipos a inspeccionar.	0
9	Fecha de inspección.	0
10	Frecuencia de inspección.	0
11	Especialidad que debe encarar la inspección.	1
12	Listado de ítems a inspeccionar.	1
13	Descripción de las tareas para cada ítem.	0
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>2</b>
		<b>8%</b>
<b>Planillas de lubricación.</b>		
10	Identificación de los equipos a lubricar.	0
11	Ubicación de los equipos en la planta.	0
12	Identificación de los puntos a lubricar y frecuencia.	1
13	Cambios de lubricantes y frecuencias de reemplazo.	0
14	Cantidades de lubricante y especificación de los mismo.	0
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>1</b>
		<b>4%</b>
<b>Pedidos de reparación</b>		
14	Máquina o equipo que requiere reparación.	1
15	Fecha y hora del requerimiento.	0
16	Descripción de la falla.	0
17	Carácter del trabajo: emergencia, urgente, programado, rutina y paro de producción.	0
18	Disponibilidad de la máquina. Fecha y horario para la reparación.	0
19	Horas-hombre asignadas por especialidad.	1
20	Necesidad de trabajos por terceros.	1
21	Horas de máquina parada.	0
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>3</b>
		<b>12%</b>
<b>Registros de existencia de repuestos</b>		
22	Máquinas o equipos a los que son destinados.	1
23	Denominación de los elementos, características, proveedor, número de código de proveedor, etc.	0
24	Cantidad en existencia.	0
25	Cantidades consumidas por período.	1
26	Niveles mínimos de reposición.	0
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>2</b>
		<b>8%</b>
	<b>TOTAL</b>	<b>26</b>
		<b>46%</b>

Elaboración propia

### ANEXO N° 22: Check List para la Maquina Tronzadora

#### CHECK LIST PARA LA MAQUINA TRONZADORA

Para identificar el cumplimiento o incumplimiento de las diversas actividades de control o inspección para la máquina

<b>Registros de reparaciones o fichas de máquinas.</b>		
1	Nombre, número del equipo y ubicación en la planta.	1
2	Nombre del fabricante, modelo, número de serie, capacidad, potencia del accionamiento, tensiones de servicio, etc.	1
3	Fecha en que se realizan trabajos de mantenimiento.	0
4	Naturaleza de los fallos, sus causas y reparaciones realizadas.	0
5	coste de materiales utilizados en las reparaciones	0
6	Horas-hombre insumidas por las reparaciones.	0
7	Horas-máquina improductivas (sólo las ocasionadas por mantenimiento).	1
<b>SUB TOTAL</b>		<b>3</b>
<b>12%</b>		
<b>Planillas de inspección para un programa de inspección de equipos de producción</b>		
8	Identificación de los equipos a inspeccionar.	1
9	Fecha de inspección.	1
10	Frecuencia de inspección.	0
11	Especialidad que debe encarar la inspección.	0
12	Listado de ítems a inspeccionar.	0
13	Descripción de las tareas para cada ítem.	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>2</b>
<b>8%</b>		
<b>Planillas de lubricación.</b>		
10	Identificación de los equipos a lubricar.	0
11	Ubicación de los equipos en la planta.	0
12	Identificación de los puntos a lubricar y frecuencia.	1
13	Cambios de lubricantes y frecuencias de reemplazo.	0
14	Cantidades de lubricante y especificación de los mismo.	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>1</b>
<b>4%</b>		
<b>Pedidos de reparación</b>		
14	Máquina o equipo que requiere reparación.	1
15	Fecha y hora del requerimiento.	1
16	Descripción de la falla.	0
17	Carácter del trabajo: emergencia, urgente, programado, rutina y paro de producción.	0
18	Disponibilidad de la máquina. Fecha y horario para la reparación.	0
19	Horas-hombre asignadas por especialidad.	0
20	Necesidad de trabajos por terceros.	1
21	Horas de máquina parada.	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>3</b>
<b>12%</b>		
<b>Registros de existencia de repuestos</b>		
22	Máquinas o equipos a los que son destinados.	1
23	Denominación de los elementos, características, proveedor, número de código de proveedor, etc.	0
24	Cantidad en existencia.	0
25	Cantidades consumidas por período.	0
26	Niveles mínimos de reposición.	0
<b>SUB TOTAL</b>		<b>1</b>
<b>4%</b>		
<b>TOTAL</b>		<b>26</b>
<b>38%</b>		

Elaboración propia

**Etapa 5: Analizar las condiciones del equipo para productos sin defecto y comparar los resultados.**

**ANEXO N° 23: Efectividad total de los Equipos (OEE)**

CUELLO DE BOTEALLA T.PROCESO	MAQ. PRENSADORA 157.5
CAP. EFECTIVA	1
TTL(Tmpo total laborad	8
T.P(Tmpo de paros)	3
T. FUNCIONAMIENTO AL DIA	5
T. EFECTIVO	5
T. CAPACIDA (VE)	50
PRODC . DIA (UP)	25
UT=(TE*VE)	250
UNID. MALAS	3

	T.P.
ALMUERZO	1
PARO POR FALLA	1.56
TMPO OCIO	0.44
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>

<b>Disponibilidad</b>	62.50%
<b>Rendimiento</b>	10%
<b>Calidad</b>	88.00%
<b>OEE</b>	<b>5.500%</b>

Disponibilidad

$$\frac{5}{8} = 62.50\%$$

Rendimiento

$$\frac{25}{250} = 10.00\%$$

Calidad

$$\frac{22}{25} = 88.00\%$$

OEE

$$62.50\% \times 10.00\% \times 88.00\% = 5.500\%$$

*Elaboración propia*

**Etapa 6: Realizar eventos de mejora enfocada aplicada a las 3M.**

**ANEXO N° 24: Cronograma de Mantenimiento Predictivo**

CRONOGRAMA DE PARAS EN LAS MAQUINAS AL MES POR MANTENIMIENTO PREDICTIVO														
MAQUINAS	01/06/2020	03/06/2020	05/06/2020	07/06/2020	09/06/2020	15/06/2020	17/06/2020	19/06/2020	21/06/2020	23/06/2020	25/06/2020	27/06/2020	N° MNTTOS PREDICTIVOS	TOTAL /Hr
	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES		
Prensa Hidráulica						6.00							1.00	6.00
Tronzadora						4.00							1.00	4.00
TOTAL DE HORAS PERDIDAS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	10.00

*Elaboración propia*

**ANEXO N° 25: Cronograma de Mantenimiento Preventivo**

CRONOGRAMA DE PARAS EN LAS MAQUINAS AL AÑO POR MANTENIMIENTO PREVENTIVO -AUTONOMO														
MAQUINAS	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	N° MNTTOS CORRECTIVOS	TOTAL
	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES	HORAS PERDIDAS/MES		
Prensa Hidráulica	3.00					1.00				3.00		1.00	4.00	8.00
Tronzadora	3.00					1.00				3.00		1.00	4.00	8.00
TOTAL DE HORAS PERDIDAS	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	6.00	0.00	2.00	8.00	24.00

*Elaboración propia*

### Etapa 9: Valorar los estándares utilizados.

#### ANEXO N° 26: Efectividad total de los Equipos (OEE)

CUELLO DE BOTEALLA	MAQ. PRENSADORA
T.PROCESO	157.5
CAP. EFECTIVA	1
TTL(Tmpo total laborado)	8
T.P(Tmpo de paros)	0
T. FUNCIONAMIENTO AL DIA	7
T. EFECTIVO	8
T. CAPACIDA (VE)	10
PRODC . DIA (UP)	70
UT=(TE*VE)	80
UNID. MALAS	3
UND. NO PRODUC. POR MANTTO	

	T.P.
ALMUERZO	1
PARO POR FALLA	1.56
TMPO OCIO	0.44
TOTAL	3

Disponibilidad	100.00%
Rendimiento	88%
Calidad	95.71%
OEE	<b>83.750%</b>

$$\text{Disponibilidad} = \frac{8}{8} = 100.00\%$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{70}{80} = 87.50\%$$

$$\text{Capacidad} = \frac{67}{70} = 95.71\%$$

$$\text{OEE} = 100.00\% \times 87.50\% \times 95.71\% = \mathbf{83.750\%}$$

Nos indica que la empresa estudiada posee un indicador de eficiencia general de equipos (OEE) clasificado como Aceptable debido al resultado de 83.75%, frente al estándar mundial de 85%, presentando bajas pérdidas económicas adicionando mayor competitividad, eficacia y mayor productividad.

*Elaboración propia*

#### ANEXO N° 27: Calculo de la Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR)

Hallando el TMAR, según Baca (2010) nos indica la siguiente formula:

Fórmula de TMAR

$$TMAR = i + f + (i * f)$$

i = Inflación

f = premio al riesgo

$$TMAR = i + f + (i * f)$$

$$TMAR = 3.98\% + 15\% + (3.98\% * 15\%)$$

$$TMAR = 20\%$$

*Elaboración propia*