

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Plan de mantenimiento preventivo para los laboratorios
de una institución educativa de nivel superior basado
en la filosofía TPM, Arequipa 2021**

Frank Marx Pumahuanca Gonzales

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

ASESOR

Mg. Ing. Polhett Coralí Begazo Velásquez.

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser guía en todo el camino de mi vida y permitirme alcanzar en cumplir todos mis objetivos trazados.

A mi madre y hermanos por darme las fuerzas seguir adelante y brindarme su apoyo en culminar mis estudios en el desarrollo de la tesis

Mi gratitud a la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad Continental por todos los conocimientos brindados y por convertirme en un ser profesional y agradecer a todos los docentes de la universidad que fueron parte de este proceso en mi formación académica profesional.

MI agradecimiento especial a la docente asesora Mg. Ing. Polhett Coralí Begazo Velásquez en guiarme en la elaboración de mi tesis.

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación dedico especialmente con todo mi corazón a mi Madre Sabina Gonzales Ticlla, por brindarme todos sus consejos y apoyo constante pues sin ella no habría logrado cumplir mis metas.

A todos mis hermanos y hermanas que me brindaron su apoyo y con sus palabras que me motivaron a seguir adelante en lograr en culminar mi tesis.

Frank Marx Pumahuanca Gonzales

INDICE

ASESOR.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
INDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1 Planteamiento del Problema.....	1
1.2 Formulación del Problema	2
1.2.1 Pregunta General	2
1.2.2 Preguntas Específicas	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
1.4 Justificación	3
1.4.1 Justificación Práctica	3
1.4.2 Justificación Económica	3
1.5 Importancia.....	4
1.6 Delimitación	4
1.6.1 Delimitación Temporal.....	4
1.6.2 Delimitación Espacial.....	4
1.7 Hipótesis.....	4
1.7.1 Hipótesis General	4
1.7.2 Hipótesis Específicas.....	4
1.8 Variables	5
1.8.1 Descripción de Variables	5
1.8.2 Operacionalización de Variables.....	6

CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1 Antecedentes de la Investigación	7
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	7
2.1.2 Antecedente Nacionales.....	8
2.1.3 Antecedentes Locales	9
2.2 Bases Teóricas.....	9
2.2.1 Introducción al Mantenimiento Productivo Total TPM	9
2.2.2 Definición TPM	10
2.2.3 Objetivos del TPM	10
2.2.4 Características del TPM	11
2.2.5 Pilares del Mantenimiento productivo total TPM	12
2.2.6 El Mantenimiento Autónomo.....	14
2.2.7 Objetivos del Mantenimiento Autónomo.....	14
2.2.8 Desarrollo del Mantenimiento autónomo.....	14
2.2.9 Indicadores del Mantenimiento Autónomo	15
2.2.10 Mantenimiento Planificado.....	15
2.2.11 Indicadores del Mantenimiento Planificado.....	16
2.2.12 Gestión de Mantenimiento	17
2.2.13 Plan de Mantenimiento	17
2.2.14 Indicadores de la Gestión de Máquinas y Equipos	17
2.2.15 Laboratorio	18
2.2.16 Descripción de las máquinas del laboratorio área de ingeniería	18
2.3 Definición de Términos Básicos.....	23
CAPÍTULO III.....	25
METODOLOGÍA.....	25
3.1 Método y Alcance de la Investigación	25
3.2 Diseño de la investigación	25
3.3 Población y muestra	25
3.3.1 Población.....	25
3.3.2 Muestra	26
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección De Datos	26
3.4.1 Técnicas de Recolección de datos	26
3.4.2 Instrumentos de Recolección de datos	26
3.5 Instrumentos de Análisis de Datos.....	27

CAPÍTULO IV	28
DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	28
4.1 Breve Descripción De La Empresa Y Sus Procesos	28
4.1.1 Datos Generales de la Empresa.....	28
4.1.2 Ubicación Geográfica.	28
4.1.3 Organización de La Empresa	29
4.1.4 Proceso Productivo.....	30
4.1.5 Diagrama de Flujo Del Laboratorio	30
4.2 Diagnóstico de la Situación Actual.....	33
4.3 Disposición de Planta	33
4.4 Disponibilidad de las Máquinas.....	35
4.5 Programación de Horas de Uso de Máquinas.....	36
4.6 Registro de Fallas de las Máquinas	37
4.7 Registro de MTBS MTTR de Las Máquinas del Laboratorio	40
4.8 Disponibilidad de las Máquinas del Laboratorio	42
4.9 Confiabilidad de las Máquinas del Laboratorio.....	48
4.10 Identificación de Problemas y Análisis de Causas	53
4.10.1 Problemas Encontrados	53
4.10.2 Clasificación según los Pilares del TPM	54
4.10.3 Priorización de Problemas.....	54
4.10.4 Análisis De Causas.....	55
4.11 Técnica de los 5 Porqués	62
4.11.1 Análisis de las Causas Encontradas.....	63
CAPÍTULO V	65
PROPUESTA DE MEJORA	65
5.1 Denominación de la Propuesta	65
5.2 Alcance de la Propuesta	65
5.3 Objetivos de la Propuesta.....	65
5.4 Planificación de Actividades	66
5.5 Desarrollo de Actividades	67
5.5.1 Metodología 5s Laboratorio de Producción.....	67
5.5.2 Mantenimiento Autónomo	72
5.5.3 Mantenimiento Planificado.....	83
5.6 Evaluación de la Propuesta de Mantenimiento	93
5.6.1 Registro de fallas antes y después del plan de mantenimiento.....	93
5.6.2 Disponibilidad de máquinas antes y después del plan de mantenimiento	94

5.6.3	Cuadro comparativo de antes y después del plan de mantenimiento	95
5.6.4	Cuadro comparativo de antes y después de actividades de mantenimiento .	96
5.7	Indicadores	97
	CONCLUSIONES	98
	RECOMENDACIONES	100
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
	ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalizacion de variables.....	6
Tabla 2 Laboratorios de una Institución Educativa Superior.....	26
Tabla 3 Disponibilidad de Maquinas	35
Tabla 4 Maquinas inoperativas	36
Tabla 5 Horario de Practicas.....	36
Tabla 6 Horario Disponibilidad Laboratorio	36
Tabla 7 Registro de Fallas Área Tornos.....	37
Tabla 8 Registro de Fallas Área fresadoras	38
Tabla 9 Registro de Fallas Área Taladros	38
Tabla 10 Registro de Fallas Área Soldadura.....	39
Tabla 11 Registro de Fallas Área de Máquinas Menor Uso	39
Tabla 12 Registro MTBS-MTTR Área Tornos	40
Tabla 13 Registro de MTBS-MTTR Fresadoras	41
Tabla 14 Registro MTBS-MTTR Área Taladros.....	41
Tabla 15 Registro MTBS-MTTR Área Soldadura	41
Tabla 16 Registro MTBS-MTTR Área Maquinas de Menor Uso	42
Tabla 17 Disponibilidad de Máquinas Área Tornos	43
Tabla 18 Disponibilidad de Máquinas Área Fresadora	44
Tabla 19 Disponibilidad de Maquinas Área Fresadoras	44
Tabla 20 Disponibilidad de Máquina Área Taladros	45
Tabla 21 Disponibilidad de Máquinas Área Soldadura	46
Tabla 22 Disponibilidad Área Máquinas Menor Uso.....	47
Tabla 23 Confiabilidad de Máquinas Área Tornos.....	48
Tabla 24 Confiabilidad de Máquinas Área Fresadora.....	49
Tabla 25 Confiabilidad de Máquinas Área Fresadora.....	50
Tabla 26 Confiabilidad de Máquinas Área Soldadura.....	51
Tabla 27 Confiabilidad Área de Máquinas Menor Uso	52
Tabla 28 Identificación de Problemas	53
Tabla 29 Priorizacion de Problemas	55
Tabla 30 Diagrama de Pareto TPM.....	62
Tabla 31 Planificación de Actividades de la Propuesta	66
Tabla 32 5 Porqués	67
Tabla 33 Seiri Clasificación de Herramientas Deterioradas.....	68
Tabla 34 Limpieza de la Viruta.....	70
Tabla 35 Estandarización de Residuos Solidos	70
Tabla 36 Tarjeta de Control 5 S	71
Tabla 37 Máquinas con Actividades de Limpieza.....	72
Tabla 38 Procedimientos de Limpieza	73
Tabla 39 Procedimientos de Lubricación	74
Tabla 40 Procedimientos de Inspección del Torno Paralelo.....	75
Tabla 41 Procedimiento de Inspección de la Fresadora.....	76
Tabla 42 Procedimientos de Inspección de Taladro.....	76
Tabla 43 Procedimientos de Mantenimiento Autónomo del Torno	77
Tabla 44 Procedimientos de Mantenimiento Autónomo de la Fresadora.....	78
Tabla 45 Procedimiento Autónomo del Taladro	79

Tabla 46 Formatos de Mantenimiento Autónomo.....	83
Tabla 47 Maquinas con Actividades de Mantenimiento Planificado	84
Tabla 48 Formatos de Mantenimiento Planificado	92
Tabla 49 Cronogramas de Capacitación.....	92
Tabla 50 Registro Falla Actual	93
Tabla 51 Registro de Falla Despúes	93
Tabla 52 Registro MTTR Y MTBS de Máquina Actual	94
Tabla 53 Registro MTTR y MTBS de Máquina Despúes.....	94
Tabla 54 Registro Disponibilidad de Máquina Actual	95
Tabla 55 Registro Disponibilidad de Máquina Despúes	95
Tabla 56 Actividades de Mantenimiento Antes y Despúes.....	96
Tabla 57 Indicadores de Gestión	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pilares de TPM	13
Figura 2 Etapas del Mantenimiento Autónomo.....	15
Figura 3 Mantenimiento Panificado y otros pilares del TPM.....	16
Figura 4 Torno Paralelo	19
Figura 5 Fresadora Universal.....	19
Figura 6 Taladradora de Columna	20
Figura 7 Sierra de Cinta.....	20
Figura 8 Cizalla Eléctrica	21
Figura 9 Esmeril de Banco.....	21
Figura 10 Maquina de Soldar	22
Figura 11 Multiprocesos.....	22
Figura 12 Compresor de Aire	23
Figura 13 Ubicación Geográfica.....	28
Figura 14 Organigrama del laboratorio	29
Figura 15 Mapa de Procesos	30
Figura 16 Diagrama de Flujo del Laboratorio	32
Figura 17 Mapa de Distribución de Planta	34
Figura 18 Disponibilidad de Máquinas Área Tornos.....	43
Figura 19 Disponibilidad de Maquinas Área Taladros	45
Figura 20 Disponibilidad de Maquinas Área Soldadura.....	46
Figura 21 Disponibilidad Área Máquinas Menor Uso	47
Figura 22 Confiabilidad de Máquinas Área Tornos	49
Figura 23 Confiabilidad de Máquinas Área Fresadoras.....	50
Figura 24 Confiabilidad de Máquinas Área Taladros.....	51
Figura 25 Confiabilidad de Máquinas Área Soldadura	52
Figura 26 Confiabilidad de Máquinas de Menor Uso.....	53
Figura 27 Diagrama de Pareto TPM	55
Figura 28 Diagrama Ishikawa Problema Disponibilidad de Máquinas	57
Figura 29 Diagrama Ishikawa Problema Desgaste de Componentes.....	58
Figura 30 Diagrama Ishikawa Problema Falta de Lubricación de Máquinas	59
Figura 31 Diagrama Ishikawa Problema Falta de Plan de Mantenimiento.....	60
Figura 32 Diagrama Ishikawa Problema Falta de Registro Historial.....	61
Figura 33 Tarjeta Roja de Anomalías.....	68
Figura 34 Seiton Orden del Tablero de Herramientas Manuales.....	69

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación como objetivo se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para los laboratorios de la institución educativa de nivel superior basado en la filosofía TPM para mejorar la gestión en máquinas y equipos.

La investigación primeramente se efectuó un diagnóstico, donde todas las máquinas se identifica causas y problemas presentándose para ser analizadas y se aplica las herramientas del TPM, y así realizar una propuesta para solucionar en la institución educativa de nivel superior.

El mantenimiento productivo total TPM (Total Productive Maintenance) se refiere a principios del Mantenimiento Preventivo, Aplicándose un plan de mantenimiento en máquinas y equipos se destina a mejorar en la fiabilidad y mantenibilidad logrando aumentar su vida útil.

Por lo tanto, el mantenimiento productivo total TPM (Total Productive Maintenance) es una metodología que permite incrementar la disponibilidad y confiabilidad en máquinas y equipos al instalar.

Palabra claves: TPM, Plan, Mantenimiento, Disponibilidad, Confiabilidad

ABSTRACT

In the present research work, the objective is to elaborate a preventive maintenance plan for the laboratories of a higher level of educational institution based on the TPM philosophy for the improvement of the management of machines and equipment.

For the development of this research, a diagnosis of all the machines has been carried out first, identifying the causes of the problems that occur in the machines and then being analyzed by applying the TPM tools and then making a proposal for a solution in an educational institution of Upper level.

It is important to point out that total productive maintenance TPM (Total Productive Maintenance) refers to the principles of Preventive Maintenance, the application of a maintenance plan on machines and equipment are intended to improve reliability and maintainability, increasing their useful life.

Total productive maintenance TPM (Total Productive Maintenance) is a methodology that will increase the availability and reliability of the machines and equipment of the facilities
Keywords: TPM, Plan, Maintenance, Availability, Reliability

Keywords: TPM, Plan, Maintenance, Availability, Reliability

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en las instituciones educativas de nivel superior en el área de ingeniería disponen de laboratorios contando con equipo y maquinaria donde los estudiantes desarrollen sus experimentos y prácticas para su proceso de aprendizaje complementándose con cursos teóricos.

Teniendo las máquinas y equipos del laboratorio, una adecuada gestión en mantenerse bien y así, poder brindar servicios de calidad, asegurándose la conservación de activos fijos en mantenerse su plena capacidad de operación mediante altos niveles de eficiencia.

Considerando su uso las máquinas y equipos de los laboratorios presentan desgastes, paradas imprevistas, frecuencia de fallas, y se acorta a vida útil, es muy importante establecer un plan de mantenimiento preventivo para cada máquina.

El Primer Capítulo del presente trabajo de investigación el planteamiento del problema, sobre la gestión en mantenimiento de máquinas y equipos que se encuentran en los laboratorios de ingenierías de una institución educativa nivel superior.

El Segundo Capítulo el marco teórico consiste; antecedentes de investigación y bases teóricas dadas por las variables plan de mantenimiento preventivo y filosofía TPM para la gestión de equipos y máquinas.

El Tercer Capítulo consiste en la metodología utilizada alcance descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño no experimental, aplicándose la técnica de observación haciéndose uso del instrumento guía de observación esta metodología nos permitirá desarrollar el proyecto de investigación.

El Cuarto Capítulo se presenta el análisis y los resultados de investigación teniendo los resultados de disponibilidad y confiabilidad de cada máquina se realiza un profundo análisis aplicando la metodología Ishikawa y las técnicas 5 porqués.

El Quinto Capítulo la propuesta de mejora en la gestión de máquina y equipos del laboratorio de ingenierías, elaborando planes de mantenimiento preventivo en las actividades de mantenimiento autónomo y planificado para lograr aumentar la disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias.

Las conclusiones y recomendaciones de los pilares del mantenimiento productivo total TPM en mantenimiento autónomo y el pilar de mantenimiento planificado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento del Problema

El mantenimiento ha sufrido transformación por avance de la ciencia y tecnología son máquinas y equipos industrial y que en la actualidad se está buscando conservar siempre los activos y alargar su vida útil, para ello es necesario contar con conocimiento en proporcionar el mantenimiento. Cárcel (2019)

Siendo, el mantenimiento productivo total conocido con las siglas TPM, cobra importancia en nuestro país, y esto se debe a que es una herramienta importante en el aumento de la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas y equipos. Calvo (2004)

Luego, con el tiempo su uso de máquinas y equipos presentan desgastes y gradualmente, se va deteriorando pudiendo agravarse más si es que no son atendidos en su debido tiempo, por lo que , es importante elaborar un plan de mantenimiento en las diferentes instituciones educativas de nivel superior; las instituciones educativas que se da formación práctica y se complementa con la parte teórica la finalidad de llevar a escenarios reales es importante tener laboratorios implementados, actualizados que tengan un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas y equipos.

Nuestro país, las instituciones educativas de nivel superior, especialmente en el área de ingenierías, materia de estudio existen diversas asignaturas que el 40% de sus cursos en sus mallas curriculares llevan laboratorio que son asignatura

que se complementa la teoría y práctica establecida en la Malla Curricular Institución Educativa (2016)

El desarrollo de prácticas o actividades experimentales para los estudiantes con la finalidad de lograr un aprendizaje significativo; diversos equipos y máquinas que requiere en mantenimiento adecuado en conservación y disponibilidad, con propósito de optimizar la vida útil de los mismos.

En las instituciones educativas de nivel superior en el área de ingeniería cursos como: Procesos de Manufactura y Procesos Industriales son dictados de manera teórica y práctica según la malla curricular 2016 de una institución educativa de nivel superior de la región Arequipa, en el laboratorio la parte práctica los estudiantes manipulan y operan todas las máquinas como son: fresadoras, tornos, taladros, taladro fresador, sierra de cinta, esmeriles de banco, cizalla eléctrica, compresor de aire, máquinas de soldar arco eléctrico, máquina de soldar multiproceso, la programación para el desarrollo las prácticas de laboratorio dispone el horario de turno mañana, tarde y noche teniendo uso diario de todas las máquinas y equipos. en su mayoría no cuentan con ficha técnica, cartillas de mantenimiento, manuales de operación, menos con un cronograma de mantenimiento preventivo.

Asimismo, las averías en máquinas, se encuentran inoperativas, hay fallas con frecuencia generándose paradas imprevistas, perjudicándose el desarrollo óptimo de prácticas de laboratorio que complementarse la parte teórica, ocasionándose aglomeración en una sola máquina, retrasándose actividades de aprendizaje programadas y algunos casos presenta error en el procedimiento de trabajo prácticos, no logrando cumplirse con objetivos planteados de la actividad de aprendizaje.

Desarrollando un plan de mantenimiento preventivo en los laboratorios de esta institución, si no se efectúa a tiempo generaría graves problemas en equipos y algunas máquinas dejaría de funcionar, presentando fallas más graves que acortaría la vida útil de equipos y máquinas, elevando así, los costos de mantenimiento y afectándose la seguridad en los estudiantes, al poner en riesgos de accidentes en la operatividad de dichas máquinas.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Pregunta General

¿En qué medida un plan de mantenimiento preventivo para los laboratorios de una institución educativa de nivel superior basado en la filosofía TPM mejorará la gestión de las máquinas y equipos?

1.2.2 Preguntas Específicas

- a) ¿Cuál es la situación actual de los laboratorios de la institución educativa de nivel superior?
- b) ¿Cuáles serán las causas de los problemas basados en la filosofía TPM en la institución de estudio?
- c) ¿Qué consecuencias traerán los problemas identificados?
- d) ¿Cuáles serán las acciones que se propondrán para mejorar la gestión de las máquinas y equipos?
- e) ¿Cómo Evaluar la viabilidad de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en función a la filosofía del TPM

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para los laboratorios de una institución educativa de nivel superior basado en la filosofía TPM para la mejora de la gestión de las máquinas y equipos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Diagnosticar la situación actual de los laboratorios de la institución educativa de nivel superior.
- b) Identificar las causas del problema basado en la filosofía TPM
- c) Analizar las consecuencias de los problemas identificados
- d) Proponer las acciones basadas en la filosofía TPM para mejorar la gestión de las máquinas y equipos.
- e) Evaluar la viabilidad de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo en función a la filosofía del TPM.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación Práctica

Realizando un plan de mantenimiento preventivo basándose en la filosofía TPM, permite aplicarse en conocimientos teóricos y solucionar se problemas en confiabilidad y disponibilidad en todos los equipos y máquinas en los laboratorios de estudio.

1.4.2 Justificación Económica

Elaborando un plan de mantenimiento preventivamente, basándose en la filosofía TPM, permitirá disminuirse los costos en mantenimiento correctivos

por paradas y desgastes en sus componentes de equipos y máquinas, aumentando la vida útil de los mismos.

1.5 Importancia

Desarrollando un plan de mantenimiento basándose en la filosofía TPM, donde se tendría que realizarse diariamente sus actividades de limpieza, lubricación, ajustes, inspecciones y análisis de fallas y se realiza programación de actividad de mantenimiento, para evitarse paradas imprevistas con la finalidad de establecer cero averías, que asegure la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y equipo dentro un laboratorio de una institución educativa de nivel superior

1.6 Delimitación

1.6.1 Delimitación Temporal

En el presente trabajo de investigación la recolección de datos obtenidos de las máquinas y equipos comprende los años 2018 y 2019

1.6.2 Delimitación Espacial

La presente investigación se llevó en una institución educativa de nivel superior, desarrollado en un laboratorio del área de ingeniería con sede de la ciudad de Arequipa.

1.7 Hipótesis

1.7.1 Hipótesis General

Un plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM en una institución educativa de nivel superior permitirá mejorar la gestión de los equipos y máquinas del laboratorio.

1.7.2 Hipótesis Específicas

- a) A través de un diagnóstico se permitirá conocer la situación actual de los laboratorios de una institución educativa de nivel superior.
- b) Con la herramienta basada en la filosofía TPM se logrará identificar las causas de los problemas.
- c) Mediante un análisis de las causas permitirá conocer las consecuencias de los problemas identificados.
- d) Por medio de una propuesta de acciones basada en la filosofía TPM permitirá mejorar la gestión de las máquinas y equipos.

- e) A través de la evaluación de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en función la filosofía del TPM se permitirá determinar la viabilidad.

1.8 Variables

1.8.1 Descripción de Variables

a) Variable Independiente

Plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM.

Esta variable de estudio permitirá aplicarse una serie de procedimientos en la que se evita paradas imprevistas y logra su operatividad de máquinas y equipos, aumentándose la vida útil se considera las siguientes dimensiones como son:

- Mantenimiento: Implica la realización de inspección, limpieza, lubricación, ajuste y casos pequeños en reparación o cambio de piezas mecánicas, máquinas y equipos de laboratorio.
- Mantenimiento Planificado se va a realizar la programación de actividad de mantenimiento evitándose las fallas de las máquinas y equipos.

b) Variable dependiente

Gestión de los equipos y máquinas.

la gestión de las maquinarias y equipos se planifica, organiza, controla las actividades del mantenimiento, así asegurando su operatividad de sus máquinas y equipos del laboratorio, se tendrá las siguientes dimensiones:

Disponibilidad: Después de un mantenimiento que se realiza, nos permite conocer y evaluar las capacidades de una máquina en su periodo de tiempo se encuentra en funcionamiento dentro del laboratorio.

Confiabilidad: Permitir el estudio de la probabilidad que tiene una máquina para que funcione adecuadamente en un tiempo establecido.

1.8.2 Operacionalización de Variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE		
Plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM	Mantenimiento Autónomo	$MA = \frac{\text{Inspecciones Mensuales realizados}}{\text{T. Inspecciones mensuales Programados}} \times 100 \%$ <p>Nº Mantenimiento autónomos realizados.</p> <p>Nº Mantenimiento autónomos programados</p>
	Mantenimiento Planificado	$MP = \frac{\text{Act. Mtto prev. mensuales ejecutados}}{\text{Act. Mtto prev. mensuales programados}} \times 100\%$ <p>Nº Mantenimientos planificados ejecutados.</p> <p>Nº Mantenimientos planificados programados.</p>
	VARIABLE DEPENDIENTE	
	Disponibilidad	$D = \frac{\text{T. total de operacion} - \text{horas parada}}{\text{T. total de operacion}} \times 100 \%$ <p>Horas paradas: horas que la máquina deja de funcionar</p>
Gestión de los equipos y máquinas		$C = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MATTR}} \times 100 \%$
	Confiabilidad	<p>MTFF: tiempo medio entre fallas (t. total operación/nº fallos).</p> <p>MTTR: tiempo promedio reparación (t. total/nº fallos)</p>

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Bello (2018), su tesis "Propuesta de plan de mantenimiento preventivo basado en metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) de refinadores de cobertura de chocolate", de la Universidad de Guayaquil. Tiene como objetivo reducir paradas no programadas en la cobertura de chocolate, método que se empleó es el registro de datos en determinar las fallas a través del análisis de Pareto, se propuso la mejora en los pilares de la metodología TPM, en el mantenimiento planeado, mantenimiento autónomo y la base de las 5" S"

Serna (2020), en su tesis titulada "Implementación de la metodología TPM, apoyo al área de proyectos y puesta en marcha del plan de lubricación en el grupo SI" de la Universidad de Antioquia. objetivo implementar el mantenimiento autónomo (MA) su metodología TPM en plantas de Plásticos y Ensamblados, se elaboró la creación e implementar el plan de lubricación para ambas empresas.

Quishpe (2016), con su tesis titulada "Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para la planta de producción de la fábrica de tornillos, pernos y tuercas TOPESA S.A", de la Universidad ESPE, Ecuador. objetivo en diseñar e implementar un sistema (TPM) finalidad de evitarse paros inesperados y una inadecuada disponibilidad de maquinaria, se realizó un inventario técnico y diagnosticarse sus condiciones de operación, se usó el método F.M.E.A.

2.1.2 Antecedente Nacionales

Garcia (2018), con el título “implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera San Luis SAC” de la Universidad San Martín de Porras. Objetivo finalidad de proponerse e implementarse plan de gestión de mantenimiento para incrementarse la confiabilidad en las máquinas para el proceso productivo del pilado de arroz. La metodología es un diagnóstico dentro de la empresa la confiabilidad de las máquinas, identificando las partes más críticas en el área pilado y el embolsado, teniendo estas un elevado porcentaje de paradas no programadas de máquinas para luego recomendarse la implementación de un plan de gestión de mantenimiento basado en TPM desarrollando cronogramas de mantenimiento, registros de las máquinas, programas de capacitación en donde se permitió aumentar la confiabilidad de las máquinas.

Gutierrez (2020), En sus tesis “Plan de mantenimiento basado en la metodología TPM para incrementar la productividad de los equipos línea amarilla en la empresa Renteq Maquinarias SAC”, de la Universidad Cesar Vallejo. Objetivo elaborar un plan de mantenimiento basado en la metodología TPM, incrementando la productividad, para lograr un mayor rendimiento y eficiente de las máquinas, metodología , se inició realizando una evaluación del mantenimiento en los equipos de línea amarilla, para luego después determinar las alternativas de solución basado en la metodología TPM, las herramientas como el diagrama de Pareto a igual que el diagrama de Ishikawa concluyendo que lograr mejorarse el mantenimiento e incrementarse su productividad y confiabilidad de los equipos y realizando la evaluación económica de la implementación.

Pineda y Vargas (2015), En sus tesis “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología de mantenimiento productivo total (TPM), para mejorar la productividad y confiabilidad en El Molino Don Julio SAC”, de la Universidad Señor de Sipán. objetivo diseñar un sistema de gestión de mantenimiento productivo total para elevar la productividad y disponibilidad de las máquinas. Metodología se empleó para reducir y controlar los índices de frecuencia en las paradas de las máquinas, para incrementar la disponibilidad y productividad se aplicó el mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, se concluye que las capacitaciones y las técnicas aplicadas para la recolección de información fueron: observación directa, entrevistas, análisis de documentos y registros se logró aumentar la productividad, eficiencia global de los equipos y con una mayor confiabilidad de las maquinarias.

2.1.3 Antecedentes Locales

Escalante y Ramos (2021), con su tesis “Propuesta de Implementación de un programa de TPM como estrategia competitiva en una empresa manufacturera de revestimiento de caucho en la ciudad de Arequipa” de la Universidad Católica San Pablo. Objetivo aumentar el MTTB y reducir el MTTR, concluye que elaborando una propuesta en la implementación de un programa de TPM desarrollada en los pilares de mantenimiento autónomo y planificado.

Torres (2018), con su tesis titulada “Propuesta de mejora del proceso de embotellamiento basado en la metodología TPM, para lograr elevar la eficiencia del sistema productivo en el área de envasado en una cervecería, Arequipa- 2018” de la Universidad Tecnológica del Perú. Su objetivo elaborar una propuesta de mejora del proceso de embotellamiento basado en la metodología TPM, metodología es el diseño no experimental de alcance correlacional con la aplicación del TPM concluye que se pretende lograr aumentar los indicadores de disponibilidad y eficiencia en el área de envasado de la empresa de cervecería.

Aguilar (2020), con la tesis titulada “Implementación del pilar de mejoras enfocadas basadas en el mantenimiento productivo total en el molino de bolas del área de molienda de una planta concentradora de cobre en la ciudad de Arequipa 2019, de la Universidad Continental, Como objetivo optimizar los procesos del Área de molienda basados en la metodología TPM, Metodología por conveniencia un molino y técnica de la observación, la revisión documental y las entrevistas a experto concluye que ,luego de realizar un diagnóstico de la situación actual del área, identificándose los principales procesos y haciendo el análisis de los principales desperdicios presentados.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Introducción al Mantenimiento Productivo Total TPM

El TPM se originó en Japón después de la segunda guerra mundial partiendo del concepto de mantenimiento preventivo que se creó en la industria de los Estados Unidos y teniendo como siglas TPM tiene el significado de la traducción (Total Productive Maintenance) dando origen en el sistema a japonés de mantenimiento industrial,

En los años setenta, el TPM, se empezó a desarrollar los modelos de mantenimiento eficiente para todo tipo de industrias, a través del instituto japonés

como es el JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) donde se desarrolló la metodología del TPM.

En la mayoría de países de América y Europa se registró como derecho la marca JIPM como registro de marca TPM.

La organización japonesa conocida como JIPM de acuerdo a sus políticas, se utilizó las siglas del término de TPM como normas de propiedad intelectual este documento es considerado y registrado como una marca JIPM.

Las siglas del término TPM tiene el enfoque donde la letra M se relaciona con acciones de "Management" y "Mantenimiento" uno de los enfoques, que se encargara de realizar la actividad en dirección y transformación de la empresa. La letra P se establece como "Productivo" o "Productividad", los equipos se asocian con una visión más amplia "Perfeccionamiento". La letra T representa como "Total" en donde se considera "que son todas las actividades que efectúan todos los trabajadores en una empresa". Gómez (2019)

2.2.2 Definición TPM

Según Cooke (200), el TPM aplicándose en maquinarias y equipos nos permite mantener un nivel óptimo de servicios prolongándose la vida útil, con una mínima inversión de recursos humanos en su manejo se pretende aumentar la disponibilidad y eficacia.

García (2011), la evolución del mantenimiento industrial es una parte que representa el TPM, se atribuye diferentes tipos de mantenimiento como son: predictivo, preventivo y su aplicación aumentan en los procesos productivos que se tiene como finalidad de emplearse estrategias orientadas a reducirse las fallas y paradas de maquinarias, por ende, los integrantes de una organización logran un papel estratégico que permita asegurar el éxito del TPM.

Por un lado, Cuatrecasas y Torrell (2012), el TPM aumenta la eficiencia global en todos los equipos del sistema productivo, se da la eliminación de fallas, defectos y accidentes, colaborando todos los integrantes de una organización. Operarios y el personal del área de mantenimiento deberá tener una preparación y capacitación especializada para lograr cero averías dentro la organización.

2.2.3 Objetivos del TPM

De acuerdo con Gómez (2019), implantar el TPM los objetivos en una organización establece las siguientes dimensiones:

a) Objetivos estratégicos

Con el TPM permite incrementarse la efectividad en los sistemas productivos, mejorando la adaptación, en la capacidad de respuesta, minimizando sus costos operativos y estableciéndose los conocimientos industriales, permitiéndose contribuirse en capacidades competitivas en las actividades de la empresa.

b) Objetivos Operativos

El TPM tiene como finalidad que los equipos operen sin averías y fallos, eliminándose las clases de pérdidas y permitiéndose darse mayor fiabilidad en máquinas y equipos dentro una organización.

c) Objetivos Organizativos

El TPM para que cada persona eleve la moral y trabaje en equipo siendo la organización pueda aportar lo mejor de sí; la finalidad de crease ambiente de trabajo creativo, seguro, productivo, donde su trabajo sea realmente satisfactorio.

los objetivos mencionados afirmar para la organización es la efectividad de los sistemas productivos, manteniendo personal altamente capacitado y especializado, el trabajo en equipo su ambiente seguro y que operen máquinas y equipos sin ninguna parada imprevista manteniendo su fiabilidad.

2.2.4 Características del TPM

- Manifiesta Gómez (2019), las características principales del TPM son:
- Desarrollar actividades de mantenimiento en las etapas del ciclo de vida útil de maquinarias y equipos.
- Promover la participación constante de los trabajadores de la empresa.
- Es considerado una estrategia global para la organización un sistema de mantenimiento de los equipos.
- Involucrar a los trabajadores en su área de operación y producción en cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.

Características del TPM es una estrategia global todo el personal que labora en la organización se encuentra involucrado en el cuidado y conservación de máquinas y equipos de forma constante en la operación de mantenimiento en la etapa del ciclo de vida de las máquinas y equipos.

2.2.5 Pilares del Mantenimiento productivo total TPM

Según Calle (2020), los ocho pilares del TPM esta herramienta tiene un camino a seguir una serie de procedimientos como finalidad de reducir y eliminar las pérdidas de paradas programadas, Ajustados en la producción, Fallas de equipos, pérdidas de producción y defectos de calidad se debería analizar las pérdidas que nos darán una guía en definir los pilares empezaremos tenemos los siguientes.

a) Mejoras Enfocadas o Kobetsu Kaizen

Primer pilar la oportunidad de mejorar dentro una organización se debería reducir y eliminar perdidas, haciéndose uso de herramientas tecnológicas como mapa de cadena de valor, análisis de brechas y las teorías de restricciones.

b) Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen

Segundo pilar disminuir los desperdicios donde el trabajador deberá estar preparado sus actividades de mantenimiento realizar cambios de formato o algunos mantenimientos básicos y reporta las fallas, ajustes, lubricación y mantenimiento básicos.

c) Mantenimiento Planificado.

Tercer pilar disminuir costos e incrementar la disponibilidad de equipos necesariamente tener un buen mantenimiento preventivo, para poder planearse su mantenimiento necesariamente obtenerse una buena recolección de datos y excelente análisis en la implementación del mantenimiento predictivo.

d) Mantenimiento De Calidad o Hinshitsu Hozen

Cuarto pilar los productos elaborados con tolerancia puede trabajar, es decir, defectos encontrados en procesos productivos identificándose las causas y efectos y defectos salen de máquinas, materiales, métodos de trabajos o recursos humanos.

e) Prevención del Mantenimiento

Quinto pilar dentro las instalaciones las nuevas máquinas que se utilizan primero deben diseñar o rediseñar procesos, verificarse en los nuevos proyectos, realizar y evaluar los test de operaciones y finalmente ver la instalación y el arranque este pilar básicamente consiste en planificar e investigar.

f) Actividades de Departamentos Administrativos y de Apoyo

Sexto pilar aplicar un mapa de cadena de valor transaccional, una vez analizados encontrar las oportunidades y gestionar proyectos que permita mejorar tiempos y errores, implica reforzarse en sus funciones permite mejorar su organización y cultura.

g) Formación Y Adiestramiento

Séptimo pilar la planificación es la formación del personal que logre un buen desempeño evitando los desperdicios dentro de la planta y la organización, consecuencia se debe a que los trabajadores no se encuentran adiestrados, lo que la formación debe ser polivalente de acuerdo a lo que se necesita en una organización.

h) Gestión de Seguridad y Entorno

Octavo pilar es de vital importancia la operatividad conjuntamente con estudios de prevención de accidentes, es decir, el estudio de tiempos y movimientos se realizan un análisis de seguridad dentro la organización.

Los pilares del TPM no es necesario que se proceda simultáneamente, sino más bien en seleccionar y debemos empezar, en formar grupos para cada pilar y se tendrán que registrar los niveles de TPM. Las evaluaciones se ejecutarán semanal, mensual y anualmente en lograr poder cumplir es importante fomentarse en su motivación y verificarse del progreso de gestión.

Figura 1

Pilares de TPM



Fuente: (CALLE, 2020)

La implementación del TPM se necesita la participación de todo el personal de una organización, no solo lo puede hacer el área de mantenimiento, es importante conocer que el TPM no es una metodología solo para solucionar problemas básicos, sino también en algunos casos dentro las organizaciones se presentan caídas y es importante el control y motivación por parte de la alta dirección donde debe participar de manera activa en cada pilar del TPM.

2.2.6 El Mantenimiento Autónomo

Según Cuatrecasas y Torrel (2010), una organización en sus áreas y departamentos son autónomos, independientes e interrelacionadas entre sí; y tiene la finalidad de mejorar, sean medible y cuantificables. La filosofía del TPM en la gestión mantener los principios de Mantenimiento Autónomo.

Mantenimiento autónomo es cuando el operario realiza actividades en su mantenimiento preventivo, y los operarios realizaran limpieza, lubricación y aprietes evitándose anomalías Cuatrecasas y Torrel (2010).

Gómez (2019), El mantenimiento autónomo es cuando los trabajadores ejecutaran actividades de mantenimiento en sus equipos para inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, y herramienta, piezas, analizando y solucionando problemas del equipo, con la finalidad de que se mantengan en buenas condiciones de funcionamiento.

2.2.7 Objetivos del Mantenimiento Autónomo

Según Bufferme (2011), Tiene como objetivo principal los trabajadores deben ser responsables a la calidad en mantener desempeño óptimo en sus equipos, no solamente reparando las máquinas, sino que también:

- Respetar estrictamente condiciones básicas y condiciones de funcionamiento.
- Bloquear completamente y permanente las causas y daños forzados en los equipos.
- Descubran el daño controlando en apariencia por máquina y detectar cambios en su comportamiento.
- Participar en KAIZEN de recursos productivos.
- Mejorar sus habilidades y conocimientos en el proceso operativo, la inspección técnica, montaje y ajuste.
- Realizar operaciones sencillas de mantenimiento

2.2.8 Desarrollo del Mantenimiento autónomo

Para el desarrollo del mantenimiento autónomo se considera 7 pasos de acuerdo al JIMP para el desarrollo del proceso de mantenimiento autónomo, como se observa en la siguiente figura

Figura 2

Etapas del Mantenimiento Autónomo

Etapa	Nombre	Actividades a realizar
1	Limpieza e inspección	Eliminación de suciedad, escapes, polvo, identificación de "Fuguai"
2	Acciones correctivas para eliminar las causas que producen deterioro acumulado en los equipos. Facilitar el acceso a los sitios difíciles para facilitar la inspección	Evitar que nuevamente se ensucie el equipo, facilitar su inspección al mejorar el acceso a los sitios que requieren limpieza y control, reducción el tiempo empleado para la limpieza
3	Preparación de estándares experimentales de inspección autónoma	Se diseñan y aplican estándares provisionales para mantener los procesos de limpieza, lubricación y apriete. Una vez validados se establecerán en forma definitiva
4.	Inspección general	Entrenamiento para la inspección haciendo uso de manuales, eliminación de pequeñas averías y mayor conocimiento del equipo a través de la inspección.
5	Inspección autónoma	Formulación e implantación de procedimientos de control autónomo
6	Estandarización	Estandarización de los elementos a ser controlados. Elaboración de estándares de registro de datos, controles a herramientas, moldes, medidas de producto, patrones de calidad, etc. Aplicación de estándares
7	Control autónomo pleno	Aplicación de políticas establecidas por la dirección de la empresa. Empleo de tableros de gestión visual, tablas MTBF y tableros Kaizen

Fuente: (GOMEZ, 2019)

2.2.9 Indicadores del Mantenimiento Autónomo

Para Gómez (2019), determinar el mantenimiento autónomo es:

- a) N° Mantenimiento autónomos realizados.
- b) N° Mantenimiento autónomos programados

$$MA = \frac{\text{Inspecciones Mensuales realizados}}{\text{T. Inspecciones mensuales Programados}} \times 100 \%$$

2.2.10 Mantenimiento Planificado

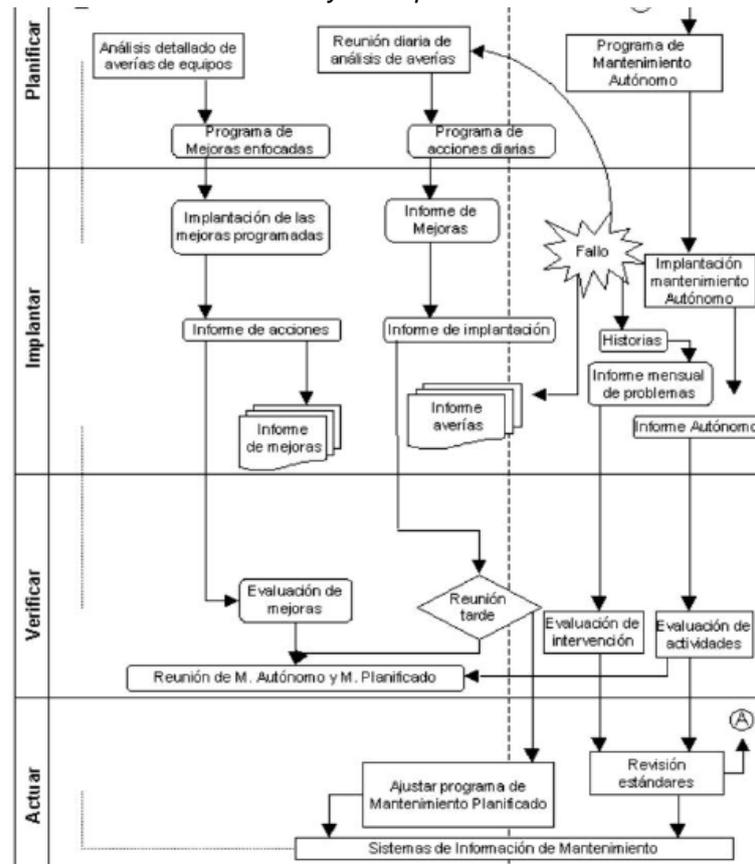
Cuatrecasas y Torrell (2010), en una planta industria las actividades programadas de mantenimiento se realizan gradualmente logrando que no tenga cero averías, cero defectos, cero despilfarros y cero accidentes, la aplicación del

mantenimiento planificado eficazmente se dará como resultado en la armonía entre las áreas de producción y mantenimiento.

Según Gomez (2019), El JIM adopta con el nombre de “Mantenimiento Planificado o también conocido como mantenimiento programado que tiene como propósito gradualmente avanzar en lograr establecer cero averías en una instalación industrial.

Figura 3

Mantenimiento Panificado y otros pilares del TPM



Fuente: (GOMEZ, 2019)

2.2.11 Indicadores del Mantenimiento Planificado

Para Gómez (2019), señala que para determinar el mantenimiento autónomo es:

- a) N° Mantenimientos planificados ejecutados.
- b) N° Mantenimientos planificados programados.

$$MP = \frac{\text{Act. Mtto prev. mensuales ejecutados}}{\text{Act. Mtto prev. mensuales programados}} \times 100\%$$

2.2.12 Gestión de Mantenimiento

Según oliva (2010), El mantenimiento es una serie de actividades en donde las máquinas, equipos en una instalación se encuentran disponible en cumplir con sus funciones, permite mantener la calidad de los productos y lograrse una competencia exitosa.

La gestión del mantenimiento como propósito en aumentar la disponibilidad en máquinas y equipos, manteniéndose bajos en costos que función de manera muy eficiente y confiable para su operatividad. Amendola (2006).

2.2.13 Plan de Mantenimiento

García (2019), Un plan de mantenimiento es un conjunto de tareas preventivas se realizan en máquinas y equipos aumentarse al máximo de la vida útil, dentro de las instalaciones, cumpliéndose con objetivos de disponibilidad, fiabilidad y costos de los equipos.

2.2.14 Indicadores de la Gestión de Máquinas y Equipos

a) Disponibilidad (D):

Cuatrecasas (2010), La probabilidad de un activo efectué su función asignada cuando se requiere de ella.

$$D = \frac{T. \text{ total de operacion} - \text{ horas parada}}{T. \text{ total de operacion}} \times 100 \%$$

b) Confiabilidad (C):

Según Mora (2009), la confiabilidad es probabilidad que una máquina y/o equipo pueda operar durante un determinado periodo de tiempo sin pérdida de su función.

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

c) Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)

Según Pistarelli (2010), El parámetro que se determina en los periodos promedio entre dos fallas de un elemento en un contexto de funcionamiento dado.

$$MTBS = \frac{\textit{Tiempo Total de Operacion}}{\textit{Numero de Fallas}}$$

d) Tiempo Medio para Reparación (MTTR)

Según Pistarelli (2010), Es la relación entre el tiempo total de intervenciones por restauración y el número total de reparaciones, se representa con el tiempo medio para restaurar una avería.

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo Total de Repracion}}{\textit{Numero de Fallas}}$$

2.2.15 Laboratorio

Según UNESCO (2006), El laboratorio es un espacio se aprende parte práctica y se realiza la enseñanza de habilidad práctica y con ella se encuentra dotado de instrumentos, equipos y máquinas, la finalidad de desarrollar investigaciones, experimentaciones y trabajos prácticos de carácter tecnológico.

Los laboratorios de una institución educativa de nivel superior para el desarrollo óptimo de las prácticas, como criterio la distancia entre cada máquina o puesto de trabajo, espacios para el recorrido peatonal de los estudiantes, buena iluminación a la zona de trabajo y seguridad en el laboratorio; a disposición manuales de seguridad, reglamentos y señales de seguridad.

2.2.16 Descripción de las máquinas del laboratorio área de ingeniería

En laboratorio de una institución educativa de nivel superior es un espacio, las actividades académicas de los estudiantes de ingeniería operan todas las máquinas que se encuentran en el área de Proceso de Manufactura y en donde se dispone de las siguientes máquinas como son:

a) Máquina Torno

Herramienta llamada torno por medio de un motor eléctrico suministra potencia generando movimiento de rotación en el plato, para mecanizar la pieza se realiza con un avance de la herramienta de corte se realiza en profundidad de corte de pasada.

Proceso de torneado se ejecuta en operaciones de cilindrado, refrentado, perforado, taladrado, tronzado y roscado.

Las partes de la máquina torno son: cabezal fijo, cabezal móvil, carro transversal, carro principal, bancada y los cambios de velocidad. Grover (2007).

Figura 4

Torno Paralelo



Fuente: (INDUSOL, 2019)

b) Máquina Fresadora

Máquina que al mecanizar una pieza de trabajo se efectúa por medio de una herramienta corte llamada fresa y se encuentra provista de múltiples filos cortantes de forma cilíndrica.

Las principales operaciones de la máquina fresadora se realiza en fresado periférico y fresado frontal.

Las principales partes de la máquina fresadora son: corredera superior, columna, base, codo, silla y la mesa de trabajo. Grover (2007).

Figura 5

Fresadora Universal



Fuente: (INDUSOL, 2019)

c) Máquina Taladradora

Máquina que se utiliza para realizar agujeros en una pieza o material de trabajo por medio de una herramienta de corte llamada broca, este tipo de taladro se encuentra sobre el piso anclado y está formado por una mesa para sujetar la pieza de trabajo.

Las principales operaciones del taladro es el escariado, abocardado, roscado interior y el avellanado.

Las principales partes de una máquina taladradora son: cabezal, columna, mesa, husillo y base. Grover (2007).

Figura 6

Taladradora de Columna



Fuente: (INDUSOL, 2019)

d) Máquina Sierra de Cinta

La sierra de cinta compuesta por una banda metálica flexible sinfín provista de dientes que ejecuta movimientos lineales continuos y el mecanismo donde un motor trasmite movimiento a las poleas que hace girar y guiar continuamente para el aserrado de las piezas. Grover (2007).

Figura 7

Sierra de Cinta



Fuente: (INDUSOL, 2019)

e) Cizalla Eléctrica

Máquina que se utiliza en el corte de láminas por medio de una cuchilla superior que posee un motor eléctrico para ejercer la presión. Grover (2007).

Figura 8
Cizalla Eléctrica



Fuente: (KNUTH, 2021)

f) Esmeriles de Banco

Máquina herramienta esmeriladora provista de motor eléctrico que su eje de husillo se encuentra montados en ambos extremos el disco abrasivo o piedra de amolar que se utilizan para afilar, desbastar, pulir y rectificar. Grover (2007).

Figura 9
Esmeril de Banco



Fuente: (BOSCH, 2017)

g) Máquina de Soldar por Arco Eléctrico

Máquinas eléctricas que se emplean para la unión de dos piezas metálica, por medio de calor de arco eléctrico y que requiere potencia para un fácil encendido y formación del arco

La máquina de soldar consta de una fuente de poder, cable de mesa, cable porta electrodo, perilla de amperaje y botón de encendido. Exsa (1995)

Figura 10

Maquina de Soldar



Fuente: (MAQUINARIA, 2019)

h) Máquina de Soldar Multiprocesos

Máquinas eléctricas dispone de una fuente que se encuentra equipada para el desarrollar procesos de SMAW, MIG MAG, TIG. Fronius (2019).

Figura 11

Multiprocesos



Fuente: (PROSERMET, 2014)

i) Compresor de Aire

Máquina que suministra aire comprimido por medio de tornillo en grandes volúmenes de aire con una alta presión. Senati (2012).

Figura 12
Compresor de Aire



Fuente: (PERU, 2019)

2.3 Definición de Términos Básicos

Mantenimiento Productivo Total TPM

Enfoque propuesto que se actúa en la gestión de activos físicos, y que comprende básicamente el operario siendo el responsable de la calidad del producto y la confiabilidad de las máquinas, Nakajima (1998).

Pilares del TPM

Calle (2020), Son 8 pilares del TPM conocidos en esta metodología que permite orientar una serie de pasos para lograr objetivos en eliminar y reducir paradas programadas, fallos en equipos, ajuste en producción, se presentan los siguientes pilares como son:

- Mejoras enfocadas o Kobetsu Kaizen.
- Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen.
- Mantenimiento planificado
- Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen.
- Prevención de mantenimiento.
- Actividades de departamentos administrativos y de apoyo
- Formación y adiestramiento
- Gestión de Seguridad y Entorno

Mantenimiento

Finalidad de alargar su tiempo de vida útil evitando el deterioro o la degradación de equipos realizando diversas acciones se realizan durante un periodo de tiempo, declara Muñoz (2011).

Mantenimiento Preventivo

La intervención y conservación de máquinas mediante reparación garantice el buen funcionamiento y fiabilidad antes de una avería. Calle (2020).

Disponibilidad

La capacidad de un componente encontrándose en estado cuyas funciones requeridas se mantenga elevadas bajo unas condiciones determinadas en instante dado o bien durante periodo de tiempo determinado., comprometiéndose y se provean los recursos externos requeridos. según la Norma UNE 13306 (2002).

Confiabilidad

La capacidad de un activo o componente llevando a cabo una función requerida bajo condiciones dadas en intervalo de tiempo. En base a la Norma STANDAR ISO/DISP (2004)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método y Alcance de la Investigación

La presente investigación es cuantitativa y método descriptivo, es una investigación con enfoque cuantitativo permitirá explicar fenómenos a través de la recolección de datos numéricos que serán analizados matemáticamente, en particular la estadística. Aliaga y Gunderson (2014).

Además, descriptiva, se realizará registro, el análisis e interpretación de la naturaleza actual; el enfoque y conclusiones sobre una persona, grupo, cosa funciona en el presente. Tamayo (2002).

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es tipo no experimental, se propone un plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía TPM en una institución educativa de nivel superior.

La investigación no experimental, la información que se llevó a cabo, no es posible manipular la variable independiente. Kerlinger (2002).

3.3 Población y muestra

3.3.1 Población

Se consideró la población en los equipos y máquinas de los laboratorios de una institución educativa de nivel superior, se observa en el siguiente cuadro:

Tabla 2

Laboratorios de una Institución Educativa Superior

N°	Descripción	Cantidad
01	Laboratorio Centro de diseño	32
02	Laboratorio de Robótica	06
03	Laboratorio de Oleohidráulica y Neumática	12
05	Laboratorio de Máquinas Eléctricas	16
06	Laboratorio de Materiales	14
07	Laboratorio de Producción	25
08	Laboratorio Control Numérico CAD/CAM	03
09	Laboratorio de Termofluidos	10
10	Laboratorio de control e instrumentación industrial	06

Fuente: Elaboración Propia

3.3.2 Muestra

Se tomó una muestra, no probabilística por conveniencia para crear la muestra se usó y selecciono a los elementos disponibles para ser estudiado, menciona Creswell (2009), donde se consideró 25 equipos y máquinas dentro el laboratorio de Producción en una institución educativa de nivel superior

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección De Datos

3.4.1 Técnicas de Recolección de datos

La técnica que se empleó es la Observación, permitió observar y recoger toda la información detallada, aspecto físico, o características de todas las máquinas y equipos del laboratorio de una institución educativa de nivel superior. Czerwinsky (2013).

La Revisión Documental es una técnica que se empleó para la recolección de la información escrita en proceso de actividades en mantenimiento de máquinas y equipos del laboratorio.

3.4.2 Instrumentos de Recolección de datos

Instrumento que se empleó la Guía de Observación, porque me permitirá registrar acerca del objeto de manera ordenada, cronológica, practica y concreta para luego llevarlo a un análisis de la situación problemática. Ortiz (2004).

Con la guía de observación me permitió anotar el estado situacional de las máquinas, registro de mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas de laboratorio de una institución educativa de nivel superior.

3.5 Instrumentos de Análisis de Datos

Analizar los datos como instrumento utilizando la hoja de cálculo para el tratamiento de la información.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Breve Descripción De La Empresa Y Sus Procesos

4.1.1 Datos Generales de la Empresa

La institución educativa de nivel superior es una empresa privada dedicada a la formación académica y profesional que se ofertan diversas carreras profesionales y en el área de ingenierías cuenta con un Laboratorio de Producción donde los estudiantes aprenden el manejo de máquinas y herramientas.

4.1.2 Ubicación Geográfica.

El laboratorio Producción que se encuentra ubicado en la provincia de Arequipa y en el departamento de Arequipa.

Figura 13

Ubicación Geográfica



Fuente: Google Maps

4.1.3 Organización de La Empresa

a) Visión

Hacia el año 2022, El Laboratorio de Producción adscrito a la escuela profesional de ingeniería mecánica, mecánica eléctrica y mecatrónica de una institución educativa de nivel superior brindar a los estudiantes una alta formación profesional disponiendo con una alta tecnología de punta avanzada, estableciendo un alto estándar de calidad en el área de procesos de manufactura

b) Misión

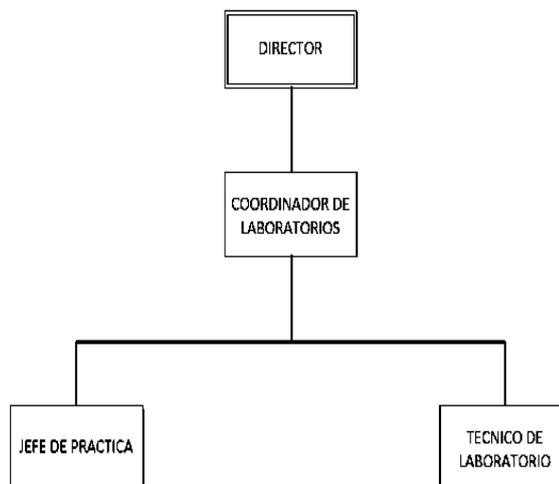
En el Laboratorio de Producción es brinda la capacitación a todos los estudiantes del área de ingeniería en la operatividad de las diferentes máquinas y equipos dentro el curso de Procesos de Manufactura, realizando actividades de práctica de metrología, mecánica de ajuste, taladrado, torneado, fresado, soldadura y máquinas CNC.

c) Organigrama del Laboratorio de Producción

El Laboratorio de Producción depende jerárquicamente del director del Programa Profesional del área de Ingeniería como un órgano de línea; en el cumplimiento de sus funciones dispone con el coordinador de laboratorio.

Figura 14

Organigrama del laboratorio



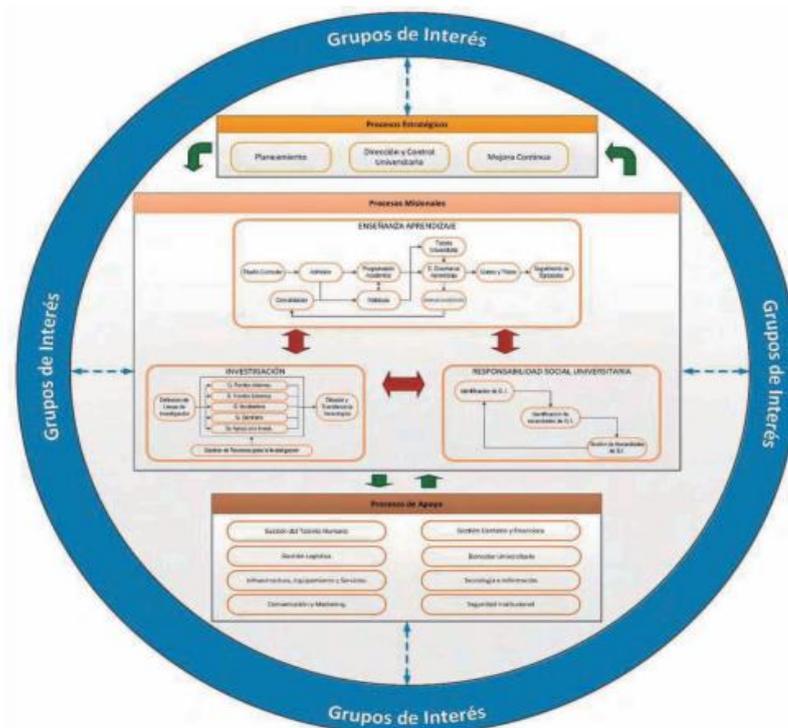
Fuente: Obtenido de una Institución Educativa Nivel Superior

4.1.4 Proceso Productivo

La Institución Educativa de Nivel Superior es una comunidad integrada por docentes, estudiantes, graduados y personal administrativo y de servicios, quienes, liderados por su Cuerpo Directivo, participan en el que hacer universitario, buscando la Integridad Institucional para asegurar su calidad.

La Institución Educativa de Nivel Superior es una comunidad educativa, privada, jurídica con acreditación internacional reconocida en el ámbito en el desarrollo regional y nacional en el contexto de un mundo globalizado.

Figura 15 *Mapa de Procesos*



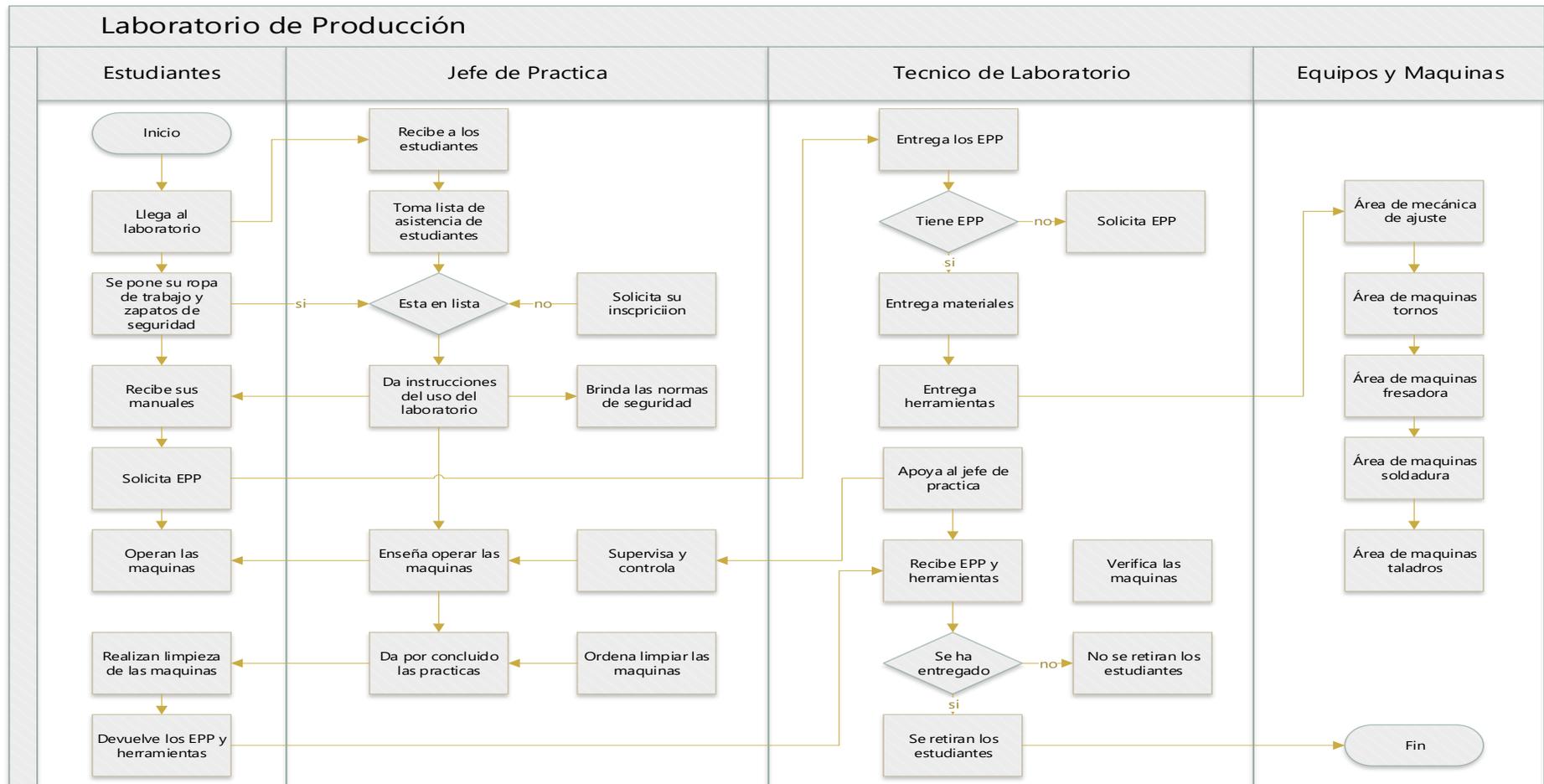
Fuente: Obtenido de una Institución Educativa Nivel Superior

4.1.5 Diagrama de Flujo Del Laboratorio

El diagrama de flujo del Laboratorio es el campus en donde se encuentran el Jefe de Práctica, Técnico de Laboratorio y los estudiantes donde hace uso del laboratorio para el desarrollo de sus experiencias de aprendizaje en el manejo de las máquinas y en donde se tiene un procedimiento con sus funciones de acuerdo al gráfico.

Figura 16

Diagrama de Flujo del Laboratorio



Fuente: Obtenido de una Institución Educativa Nivel Superior

4.2 Diagnóstico de la Situación Actual

En una institución educativa de nivel superior en el área de ingeniería se encuentra el Laboratorio de Producción, actualmente los estudiantes de las Escuelas Profesionales de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial dentro el plan de estudio lleva los cursos de Procesos de Manufactura y Procesos Industriales tanto como la teoría y la práctica.

Los estudiantes de acuerdo a la programación curricular del sílabo se realizan las prácticas de laboratorio que consiste en el manejo de todos los equipos, máquinas y herramientas que encuentran disponibles en el laboratorio.

El laboratorio de Producción también se brinda el servicio para estudiantes de otras áreas o egresado y/o tesis que hacen trabajos de investigación tecnológica

En el Laboratorio de Producción actualmente se ha podido observar que en la gestión de documentos son insuficientes, se presentan algunos manuales de las máquinas y equipos, falta de actualización de documentos no se cuenta con fichas de mantenimiento (cartillas de mantenimiento, fichas técnicas de equipos, registro de averías y cronograma de mantenimiento)

El proceso de mantenimiento de las máquinas y equipos se lleva a cabo de forma esporádica y empírica.

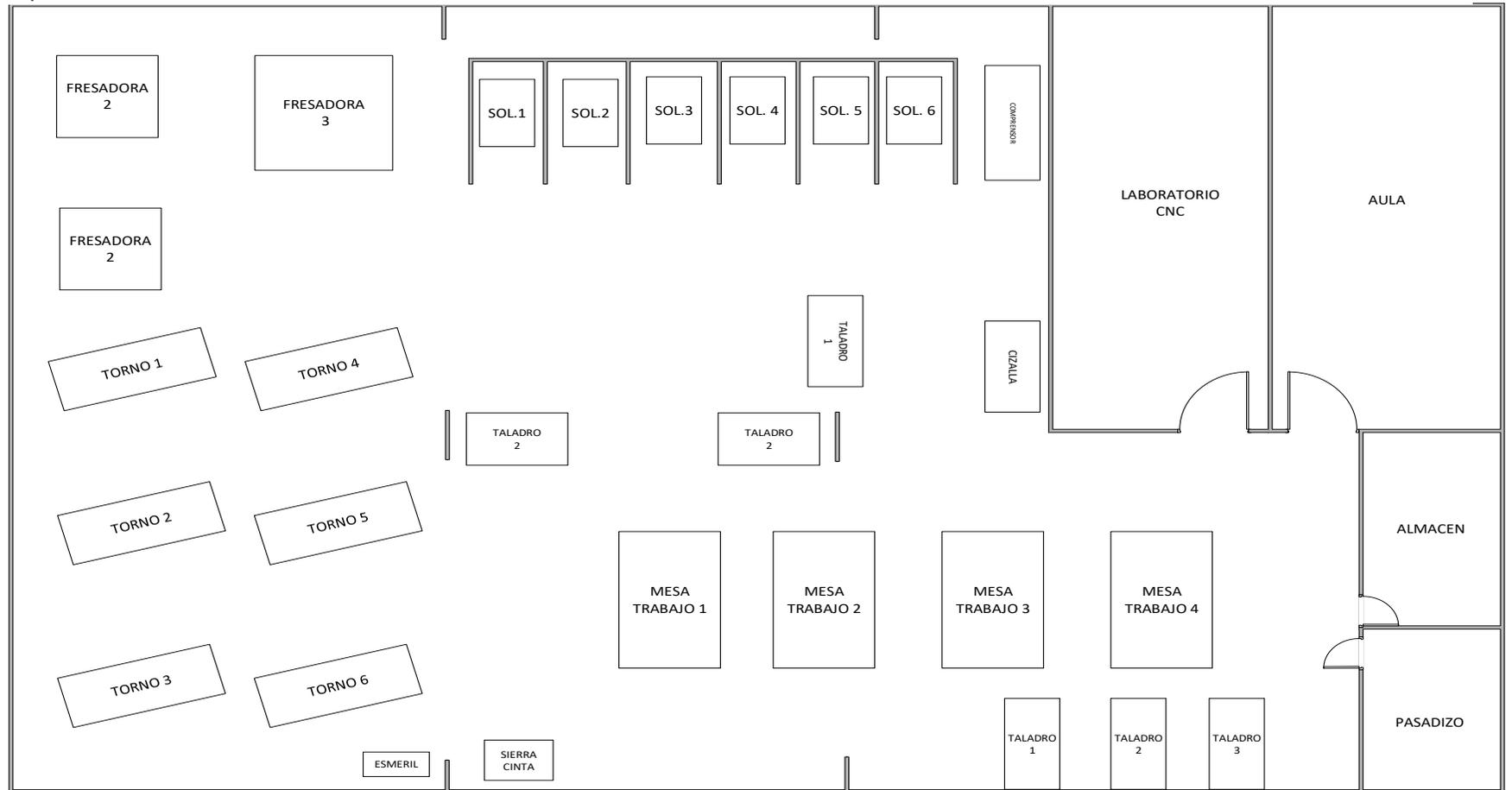
Se ha podido observar que en algunas máquinas y equipos se encuentran deteriorados, desalineados, vibraciones, ruidos, frecuencia de fallas y en algunas veces parradas imprevistas de las máquinas.

4.3 Disposición de Planta

En el Laboratorio de Producción se cuenta con un aula para el dictado de clases, laboratorio de Cad Cam, almacén de herramientas y equipos, así como también diversas máquinas como son torno, fresadora, soldadura y actualmente se encuentran distribuidos de la siguiente manera de acuerdo al plano como se puede observar en la figura

Figura 17

Mapa de Distribución de Planta



Fuente: Obtenido de una Institución Educativa Nivel Superior

4.4 Disponibilidad de las Máquinas

En el laboratorio de Producción cuentas con diversos equipos, instrumentos, máquinas y herramientas en donde se tiene 11 máquinas operativas y 14 máquina inoperativas con fallas frecuentes que son materia de estudio que mencionaremos a continuación son:

Tabla 3

Disponibilidad de Maquinas

N°	DESCRIPCIÓN	FEC. AD	MARCA	MODELO	ESTADO
01	TORNO PARALELO	2017/07/10	TOPTECH	420X1000	OPERATIVO
02	TORNO PARALELO	2017/07/10	TOPTECH	420X1000	OPERATIVO
03	TORNO PARALELO	2017/07/10	TOPTECH	420X1000	OPERATIVO
04	FRESADORA UNIVERSAL	2017/07/10	OPTIMUM	MT 230	OPERATIVO
05	TALADRO FRESADOR	2017/07/10	OPTIMUM		OPERATIVO
06	TALADRO FRESADOR	2017/07/10	OPTIMUM		OPERATIVO
07	MAQUINA DE SOLDAR INVERSORA	2018/05/18	ESAB		OPERATIVO
08	MAQUINA DE SOLDAR INVERSORA	2018/05/18	ESAB		OPERATIVO
09	MAQUINA PARA SOLDAR	2012/12/10	CEMONT	YARD SV 433	OPERATIVO
10	MAQUINA PARA SOLDAR	2012/12/10	CEMONT	YARD SV 333	OPERATIVO
11	MAQUINA PARA SOLDAR	2001/07/16	SOLANDI	TC-230-AC	OPERATIVO
12	TORNO PARALELO	2002/10/21	JINHUA	C0632A	AVERIADO
13	TORNO PARALELO	2008/07/23	REXON	CO632A	AVERIADO
14	TORNO PARALELO	2012/05/08	REXON	TBL-330	AVERIADO
15	FRESADORA	1994/12/30	JAPONES	X8130	AVERIADO
16	FRESADORA UNIVERSAL	1994/12/30	JAPONES	AG-32-1	AVERIADO
17	FRESADORA TALADRO	1994/12/30	JAPONES	LX2-131A	AVERIADO
18	MAQUINA DE SOLDAR	2009/09/11	CEMONT	SV333	AVERIADO
19	MAQUINA PARA SOLDAR	2001/07/16	SOLANDI	TC-230-AC	AVERIADO
20	CIZALLA ELECTRICA	2005/12/05	-	-	AVERIADO
21	COMPRESOR GX-7	2007/01/24	ATLAS COPCO	GX7	AVERIADO
22	TALADRO DE COLUMNA	2014/05/10	REXON	TV40	AVERIADO
23	TALADRO DE COLUMNA	2014/05/10	REXON	TV40	AVERIADO
24	TALADRO DE COLUMNA	2015/09/17	REXON	TV40	AVERIADO
25	SIERRA DE CINTA	2017/07/10	OPTIMUM		AVERIADO

Fuente: Elaboración Propia

En laboratorio de Producción también se encuentran máquinas que se encuentran inoperativas como son:

Tabla 4

Maquinas inoperativas

N°	DESCRIPCIÓN	FEC. AD	MARCA	N°
01	TORNO HORIZONTAL	1994/12/30	JAPONES	LC-320
02	MAQUINA DE SOLDAR	2002/11/20	SAFOR	190 P
03	MAQUINA PARA SOLDAR	2012/12/10	SOLDEXA	STAR162
04	MAQUINA DE CORTE POR PLASMA	2008/09/12	OERLIKON	PT-31
05	MAQUINA PARA SOLDAR TIG	10/12/2012	MILLER	MAXSTAR 150 STH
06	MAQUINA PARA CORTE POR PLASMA	2012/12/10	HYPER THERM	POWERMAX 600
07	MAQUINA INVERSORA PARA 08 PROCESOS MIG-MAG-TIG	2012/12/10	MILLER	XMT 350 VS
08	ESMERIL DE BANCO	2001/07/16	BOSCH	

Fuente: Elaboración Propia

4.5 Programación de Horas de Uso de Máquinas

El horario de prácticas que realizan los estudiantes se encuentra distribuidos en dos turnos mañana y noches de acuerdo a la carrera profesional y por cada grupo está conformado por 16 estudiantes para el ingreso al laboratorio.

Tabla 5

Horario de Practicas

HORARIO PRACTICA PROCESOS INDUSTRIALES					
INGENIERIA INDUSTRIAL					
HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
08:00-10:00	Grupo 1	Grupo 3	Grupo 5	Grupo 7	Grupo 9
10:00-12:00	Grupo 2	Grupo 4	Grupo 6	Grupo 8	Grupo 10
HORARIO PRACTICA PROCESOS DE MANUFACTURA					
INGENIERIA MECANICA					
HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES
12:00-16:00	Grupo 1	Grupo 3	Grupo 5	Grupo 7	Grupo 9
16:00-20:00	Grupo 2	Grupo 4	Grupo 6	Grupo 8	Grupo 10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6

Horario Disponibilidad Laboratorio

HORARIO DISPONIBILIDAD DEL LABORATORIO	
Horas diarias	14 horas
Horas semanales	70 horas
Horas mensuales	280 horas
Horas anuales	2.800 horas

Fuente: Elaboración Propia

4.6 Registro de Fallas de las Máquinas

El registro de datos de las máquinas del Laboratorio de Producción está comprendido entre los años 2018 y 2019, en donde se han presentado diversas fallas y no se han considerado registro de datos del año 2020 porque no se encontraban disponible el laboratorio de Producción por la pandemia del COVID 19.

a) Registro de Fallas de la Máquinas tornos

Tabla 7

Registro de Fallas Área Tornos

Registro de Fallas de las Máquinas del Torno						
N°	Máquina	Año 2018	Año 2019	T. Hrs. Reparación	N° Fallas	Razones
1	Torno rexon1	junio	-	210	1	Motor
		-	Noviembre	210	1	Engranaje
		Mayo	Octubre	12	2	alineamiento
		agosto	setiembre	16	2	Ajuste
		marzo	marzo	67	2	Lubricación
		Diciembre	Diciembre	140	1	Poleas
2	Torno rexon2	Octubre	-	140	1	Poleas
		Noviembre	Junio	12	2	Alineamiento
		junio	noviembre	16	2	Ajuste
		Marzo	Marzo	67	2	Lubricación
		Diciembre	Diciembre	67	2	Lubricación
		Octubre	Noviembre	128	2	Engranajes
3	Torno rexon3	Mayo	-	140	1	Eléctrico
		-	Junio	210	1	Motor
		octubre	mayo	12	2	Alineamiento
		Abril	Julio	16	2	ajuste
		Marzo	Marzo	67	2	Lubricación
		Diciembre	Diciembre	67	2	Lubricación
4	Torno toptech 1	Marzo	Marzo	67	2	Lubricación
		Diciembre	Diciembre	67	2	Lubricación
5	Torno toptech 2	Marzo	Marzo	67	2	Lubricación
		Diciembre	Diciembre	67	2	Lubricación
	Torno toptech 3	Marzo	Marzo	67	2	Lubricación
		Diciembre	Diciembre	67	2	Lubricación

Fuente: Elaboración Propia

b) Registro de Fallas de la Máquinas Fresadoras

Tabla 8

Registro de Fallas Área fresadoras

Registro de Fallas de la Máquinas Fresadora						
N°	Máquina	Año 2018	Año 2019	T. Hrs. Reparación	N° Fallas	Razones
1	Fresadora 1	Octubre	Noviembre	280	2	Eléctrico
		Junio	Junio	16	4	Ajuste
		Noviembre	Noviembre	67	2	Lubricación
		Marzo	Marzo	630	4	Eléctrico
2	Fresadora 1	Diciembre	Diciembre	210	2	Ajuste
		Octubre	Junio	67	2	Lubricación
		Marzo	Marzo	67	2	Lubricación
3	Fresadora 1	Diciembre	Diciembre	67	2	Lubricación
		Marzo	Marzo	67	2	Lubricación

Fuente: Elaboración Propia

c) Registro de Fallas de la Máquinas Taladradoras

Tabla 9

Registro de Fallas Área Taladros

Registro de Fallas de las Máquina Taladradoras						
N°	Maquina	Año 2018	Año 2019	T. Hrs. Reparación	N° Fallas	Razones
1	Taladro de Columna 1	Abril	Junio	420	2	Cremallera
			Mayo	210	1	Caja de cambio
		Junio	Octubre	70	2	Eléctrico
		Marzo	Marzo	67	2	Lubricación
		Diciembre	Diciembre	210	1	Cremallera
2	Taladro de Columna 2	Mayo		210	1	Caja de cambio
		Noviembre	Setiembre	70	1	Eléctrico
		Marzo	Marzo	67	2	Lubricación
3	Taladro de Columna 3	Diciembre	Diciembre	210	1	Cremallera
		Octubre	Noviembre	70	1	Eléctrico
4	Taladro de Fresador 1	Marzo	Marzo	67	2	Lubricación
		Diciembre	Diciembre	210	1	Palanca
		Setiembre	Abril	140	1	Polea
		Mayo	Junio	4	2	Ajuste
5	Taladro de Fresador 2	Marzo	Marzo	67	2	Lubricación
		Diciembre	Diciembre	67	2	Lubricación
6	Taladro de Fresador 3	Marzo	Marzo	67	2	Lubricación
		Diciembre	Diciembre	67	2	Lubricación

Fuente: Elaboración Propia

d) Registro de Fallas de la Máquinas de Soldar

Tabla 10

Registro de Fallas Área Soldadura

Registro de Fallas de las Máquina de Soldar						
N°	Máquina	Año 2018	Año 2019	T. Hrs. Reparación	N° Fallas	Razones
1	Soldadura 1	Mayo		140	1	Ventilador
			Noviembre	70	1	Interruptor
		Marzo	Marzo	1.3	4	Porta electrodo
		Diciembre	Diciembre			
		Marzo	Marzo	67	2	Limpieza
2	Soldadura 2	Diciembre	Diciembre			
			Setiembre	140	1	Ventilador
		Junio			1	Interruptor
		Marzo	Marzo	1.3	4	Porta electrodo
		Diciembre	Diciembre	67	2	Limpieza
3	Soldadura 3	Diciembre	Diciembre			
			Octubre	210	1	Fuente de Poder
		Marzo	Marzo	1.3	4	Porta electrodo
4	Soldadura 4	Diciembre	Diciembre	67	2	Limpieza
		Marzo	Marzo	67	2	Limpieza
5	Soldadura 5	Diciembre	Diciembre	67	2	Limpieza
6	Soldadura 6	Diciembre	Diciembre	67	2	Limpieza

Fuente: Elaboración Propia

e) Registro de Fallas de la Máquinas de Menor Uso

Tabla 11

Registro de Fallas Área de Máquinas Menor Uso

Registro de Fallas de las Máquina de Menor Uso						
N°	Máquina	Año 2018	Año 2019	T. Hrs. Reparación	N° Fallas	Razones
1	Cizalla eléctrica	Julio		2	1	Chaveta
		Marzo	Marzo	1	2	Limpieza
2	Sierra Cinta	Diciembre	Diciembre			
			Octubre	140	1	Motor Eléctrico
3	Compresor de aire	Marzo	Marzo	1	2	Limpieza
		Diciembre	Diciembre	1	1	Filtro
4	Esmeril de Banco	Junio	Noviembre	1	2	Limpieza
		Marzo	Marzo	1	4	Abrasivo
		Diciembre	Diciembre	1	2	Limpieza
		Marzo	Marzo	1		
		Diciembre	Diciembre			

Fuente: Elaboración Propia

4.7 Registro de MTBS MTTR de Las Máquinas del Laboratorio

En el laboratorio de Producción en las máquinas se ha registrado el tiempo promedio de fallas y el tiempo Promedio de reparación, aplicando los siguientes datos. Pistarelli (2010)

- **MTBF: Tiempo Promedio entre Fallas**

$$MTBS = \frac{\text{Tiempo Total de Operacion}}{\text{Numero de Fallas}}$$

- **MTTR: Tiempo Promedio de Reparación**

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo Total de Repracion}}{\text{Numero de Fallas}}$$

Leyenda:

TDL: Tiempo Disponible Laboratorio

HMP: Horas Máquinas Programadas

TTR: Tiempo Total de Reparación

TTO: Tiempo Total de Operación

MTBF: Tiempo Promedio entre Fallas (TTO/N° Fallas)

MTTR: Tiempo Promedio de Reparación (TTR/N° Fallas)

a) Registro de MTBS – MTTR de la Máquina Tornos

Tabla 12

Registro MTBS-MTTR Área Tornos

Registro de Datos de MTBF - MTTR de la Máquina Torno						
Datos	Torno 1	Torno 2	Torno 3	Torno 4	Torno 5	Torno 6
TDL	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600
HMP	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640
TTR	515	305	573	67	67	67
N° Fallas	8	7	10	2	2	2
TTO	2,125	2,335	2,067	2,573	2,573	2,573
MTBF	266	334	207	1,287	1,287	1,287
MTTR	64.4	43.6	57.3	33.5	33.5	33.5

Fuente: Elaboración Propia

b) Registro de MTBS – MTTR de la Máquina Fresadora

Tabla 13

Registro MTBS-MTTR Área Fresadora

Registro de Datos de MTBF - MTTR de la Máquina Fresadora			
Datos	Fresadora 1	Fresadora 2	Fresadora 3
TDL	5,600	5,600	5,600
HMP	2,000	2,000	2,000
TTR	363	907	67
N° Fallas	8	8	2
TTO	1,637	1,093	1,933
MTBF	205	137	967
MTTR	45.4	113.4	33.5

Fuente: Elaboración Propia

c) Registro de MTBS – MTTR de la Máquina Taladradoras

Tabla 14

Registro MTBS-MTTR Área Taladros

Registro de Datos de MTBF - MTTR de la Máquina Taladradoras						
Datos	Talad. 1	Talad. 2	Talad. 3	Talad. 4	Talad. 5	Talad. 6
TDL	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600
HMP	2,240	2,240	2,240	2,240	2,240	2,240
TTR	767	557	347	421	67	67
N° Fallas	7	5	4	6	2	2
TTO	1,473	1,683	1,893	1,819	2,173	2,173
MTBF	210	337	473	303	1,087	1,087
MTTR	109.57	111.40	86.75	70.17	33.50	33.50

Fuente: Elaboración Propia

d) Registro de MTBS – MTTR de la Máquina de Soldar

Tabla 15

Registro MTBS-MTTR Área Soldadura

Registro de Datos de MTBF - MTTR de la Máquina de Soldar						
Datos	Sold. 1	Sold. 2	Sold.3	Sold. 4	Sol. 5	Sold. 6
TDL	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600	5,600
HMP	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640
TTR	278.3	208.3	278.3	67	67	67
N° Fallas	8	8	7	2	2	2
TTO	2,362	2,432	2,362	2,573	2,573	2,573
MTBF	295	304	337	1,287	1,287	1,287
MTTR	34.79	26.04	39.76	33.50	33.50	33.50

Fuente: Elaboración Propia

e) Registro de MTBS – MTTR de la Máquina de Menor Uso

Tabla 16

Registro MTBS-MTTR Área Maquinas de Menor Uso

Registro de Datos de MTBF - MTTR de la Máquina de Menor Uso				
Datos	Cizalla	Sierra	Compresor	Esmeril
TDL	5,600	5,600	5,600	5,600
HMP	320	320	320	640
TTR	3	141	2	2
N° Fallas	3	3	3	6
TTO	317	179	318	638
MTBF	106	60	106	106
MTTR	1.00	47.00	0.67	0.33

Fuente: Elaboración Propia

4.8 Disponibilidad de las Máquinas del Laboratorio

La disponibilidad de las máquinas del Laboratorio de Producción se ha tomado en cuenta entré los años 2018 y 2019, teniendo las siguientes máquinas como son:

- Máquinas Torno
- Máquinas Fresadoras
- Máquinas Taladradora (taladro de columna y taladro fresador)
- Máquinas de Soldar (arco eléctrico y multiprocesos)
- Máquinas de menor uso (cizalla eléctrica, sierra cinta, compresor de aire y esmeril de banco).

Para poder calcular la disponibilidad de las máquinas se ha considerado la siguiente fórmula:

- **Disponibilidad de la Máquina**

$$D = \frac{T. total de operacion - horas parada}{T. total de operacion} x 100 \%$$

Leyenda:

TTO: Tiempo Total de Operación

TTR: Tiempo Total de Reparación

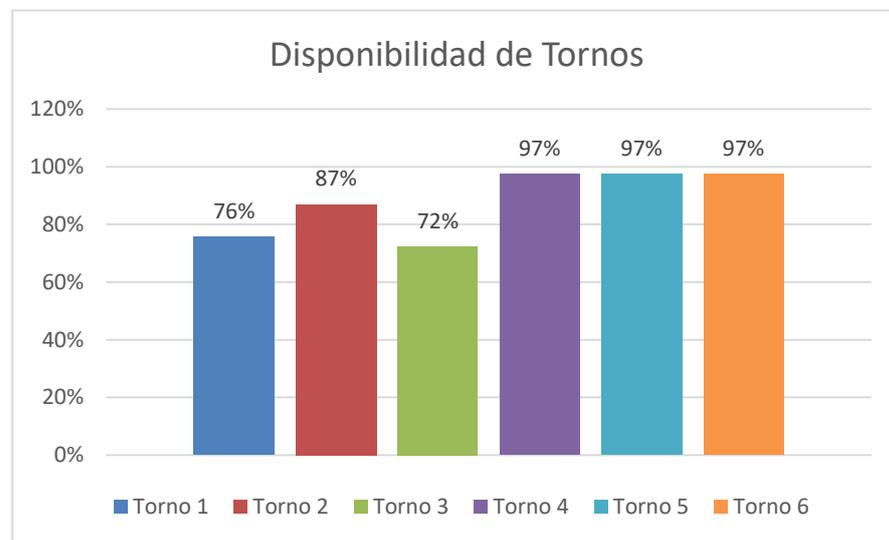
a) Disponibilidad de las Máquinas Tornos

Tabla 17

Disponibilidad de Máquinas Área Tornos

Disponibilidad de las Máquinas Torno						
Datos	Torno 1	Torno 2	Torno 3	Torno 4	Torno 5	Torno 6
TTO	2,125	2,335	2,067	2,573	2,573	2,573
TTR	515	305	573	67	67	67
Disponibilidad	76%	87%	72%	97%	97%	97%

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el presente gráfico podemos observar que la disponibilidad de las máquinas en el área de tornos se tiene más del 50% tienen una elevada disponibilidad con más del 95% esto es porque son nuevas máquinas que se han adquirido recientemente mientras que el otro 50% presentan baja disponibilidad, estas son máquinas que tienen muchos años de antigüedad por lo que se registra muchas fallas por desgastes de sus componentes, con algunos dispositivos deteriorados, desajustes, desalineados y también por la falta de un plan de mantenimiento adecuado porque hace que se presenten paradas imprevistas.

b) Disponibilidad de las Máquinas Fresadoras

Tabla 18

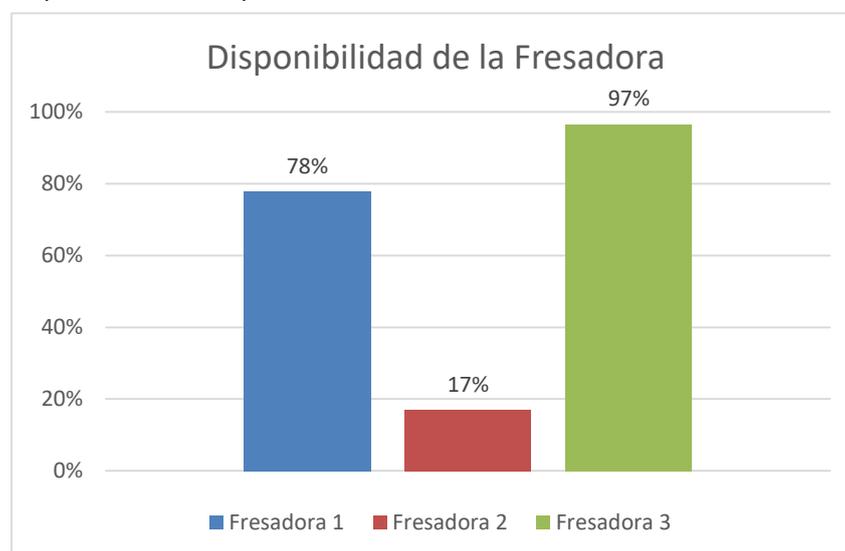
Disponibilidad de Máquinas Área Fresadora

Disponibilidad de las Máquinas Fresadora			
Datos	Fresadora 1	Fresadora 2	Fresadora 3
TTO	1,637	1,093	1,933
TTR	363	907	67
Disponibilidad	78%	17%	97%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

Disponibilidad de Maquinas Área Fresadoras



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el siguiente gráfico podemos observar que en la tercera máquina fresadora tiene una elevada disponibilidad con mayor al 97% esto se da porque es nueva que se ha adquirido recientemente mientras que las anteriores tiene años de antigüedad y en una de las máquinas fresadora tiene un 17% lo que representa muy baja su disponibilidad en donde se presentan problemas constantes en el sistema eléctricos y que para dar el servicio de reparación se presentan demoras por lo que las máquinas están paralizadas mayor tiempo.

c) Disponibilidad de las Máquinas Taladradoras

Tabla 20

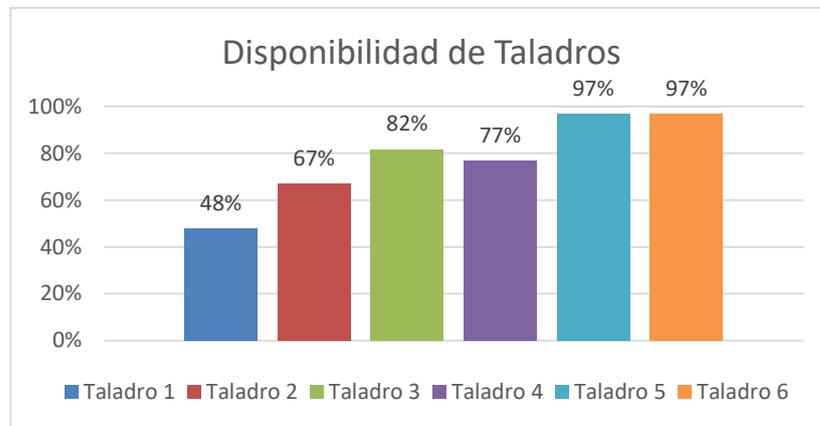
Disponibilidad de Máquina Área Taladros

Disponibilidad de la Máquinas Taladradoras						
Datos	Talad. 1	Talad. 2	Talad. 3	Talad. 4	Talad. 5	Talad. 6
TTO	1,473	1,683	1,893	1,819	2,173	2,173
TTR	767	557	347	421	67	67
Disponibilidad	48%	67%	82%	77%	97%	97%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 19

Disponibilidad de Maquinas Área Taladros



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el presente gráfico se observa que los taladros cuatro, cinco y seis son máquinas taladro fresador y en donde las dos últimas se presentan mayores al 95% es decir que tienen una elevada disponibilidad por lo que son nuevas que se han adquirido recientemente y el resto de máquinas son taladros de columnas se presentan menores al 82% representa una baja disponibilidad en el uso de los taladros esto se da por lo que tiene años de antigüedad y en ellas se presentan fallas por desgastes de sus componentes de manera constante como son las chavetas de la caja de cambio, cremalleras para el desplazamiento de la mesa y problemas eléctricos en los interruptores de encendido y sensores de la máquina y el tiempo de reparación se tiene demora debido a la falta de repuestos y el deterioro se ocasiona por el mal manejo de las máquinas por parte de los estudiantes porque hace que se presenten máquinas con baja disponibilidad.

d) Disponibilidad de las Máquinas de Soldadura

Tabla 21

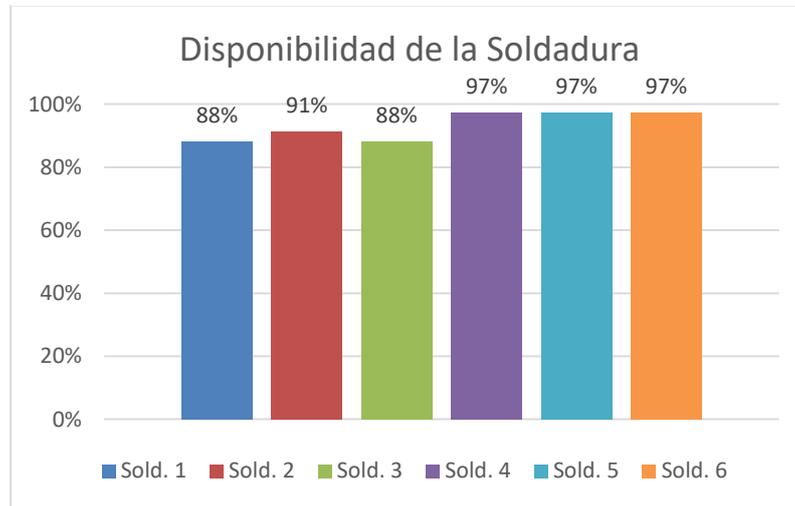
Disponibilidad de Máquinas Área Soldadura

Disponibilidad de la Máquina de Soldadura						
Datos	Sold. 1	Sold. 2	Sold. 3	Sold. 4	Sold. 5	Sold. 6
TTO	2,362	2,432	2,362	2,573	2,573	2,573
TTR	278	208	278	67	67	67
Disponibilidad	88%	91%	88%	97%	97%	97%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 20

Disponibilidad de Maquinas Área Soldadura



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el presente gráfico podemos observar en que su mayoría se encuentran disponibles mayores al 85% en el área de soldadura donde se dispone de cuatro máquinas de soldar por arco eléctrico y dos máquinas multiproceso (SMAW, MIG MAG, TIG) estas últimas se presentan con elevada disponibilidad por lo que son recientemente adquiridas por lo que no se presentan fallas mientras las anteriores a lo largo de su tiempo se han presentado pocas fallas en donde se ha ocasionado por problemas eléctricos en la parte de interruptor por desgaste y cambio de motor eléctrico de ventilación quemado ocasionado por el sobrecalentamiento, cambios de porta electrodos por rotura y la falta de programación de mantenimiento para su inspección.

e) Disponibilidad de las Máquinas de Menor Uso

Tabla 22

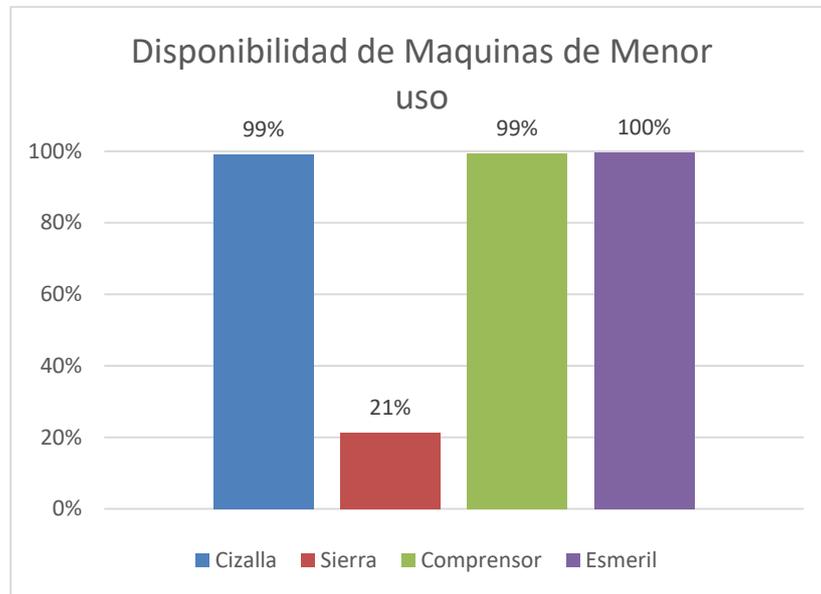
Disponibilidad Área Máquinas Menor Uso

Disponibilidad de la Maquina de Menor Uso				
Datos	Cizalla	Sierra	Compresor	Esmeril
TTO	317	179	318	638
TTR	3	141	2	2
Disponibilidad	99%	21%	99%	100%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 21

Disponibilidad Área Máquinas Menor Uso



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el presente gráfico se observa la disponibilidad de máquinas de menor uso en el laboratorio como son cizalla eléctrica, sierra de cinta, compresora de aire y esmeril de banco, en donde ella más del 95% tiene una elevada disponibilidad, son máquinas con programación de tiempo bajo o en algunos caso solo a momentos en el caso de la máquina sierra cinta se presenta una disponibilidad baja por problemas de instalación eléctrica se ha ocasionado el sobrecalentamiento con el quemado del motor eléctrico provocando así su disponibilidad.

4.9 Confiabilidad de las Máquinas del Laboratorio

En el laboratorio de Producción para ver la confiabilidad de las máquinas se ha establecido en basándose en los datos de los años 2018 y 2019, en donde se considera las siguientes máquinas como son:

- Máquinas Torno
- Máquinas Fresadoras
- Máquinas Taladradora (taladro de columna y taladro fresador)
- Máquinas de Soldar (arco eléctrico y multiprocesos)
- Máquinas de menor uso (cizalla eléctrica, sierra cinta, compresor de aire y esmeril de banco).

Para poder hallar la confiabilidad de las máquinas se ha establecido la siguiente fórmula:

- **Confiabilidad de las maquinas**

$$C = \frac{MTBF}{MTBF - MTTR} \times 100 \%$$

Leyenda:

MTBF: "Mean Time Between Failures"

Tiempo promedio entre fallas

MTTR: "Mean Time To Repair"

Tiempo promedio de reparación

a) Confiabilidad de las Máquinas tornos

Tabla 23

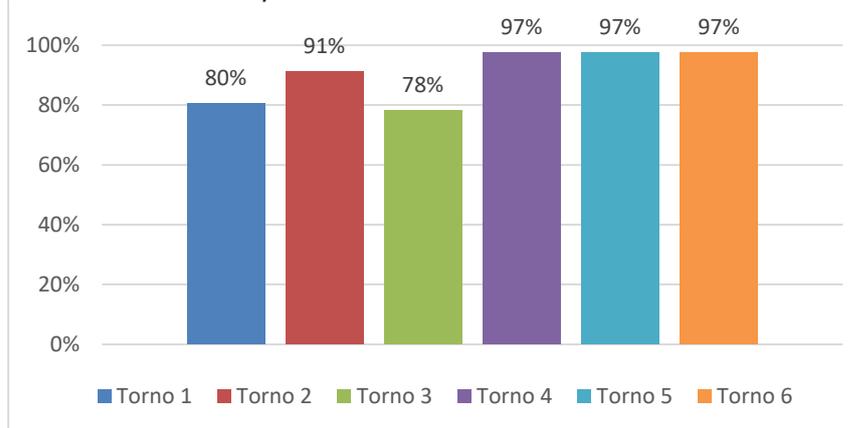
Confiabilidad de Máquinas Área Tornos

Confiabilidad de las Máquinas Torno						
Datos	Torno 1	Torno 2	Torno 3	Torno 4	Torno 5	Torno 6
MTBS	266	334	207	1,287	1,287	1,287
MTTR	64	44	57	34	34	34
Confiabilidad	80%	88%	78%	97%	97%	97%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 22

Confiabilidad de Máquinas Área Tornos



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

De acuerdo con el gráfico podemos afirmar que la confiabilidad de las máquinas en el área de torno, podemos observar que el 50% de maquinaria son altamente confiable para poder operar sin ningún problema, ya que son nuevas recientemente adquiridas, mientras que el otro 50% tiene alguna baja confiabilidad por lo que es más probable que se tenga que tener más adelante paradas imprevistas por la falta de un plan de mantenimiento adecuado.

b) Confiabilidad de las Máquinas Fresadoras

Tabla 24

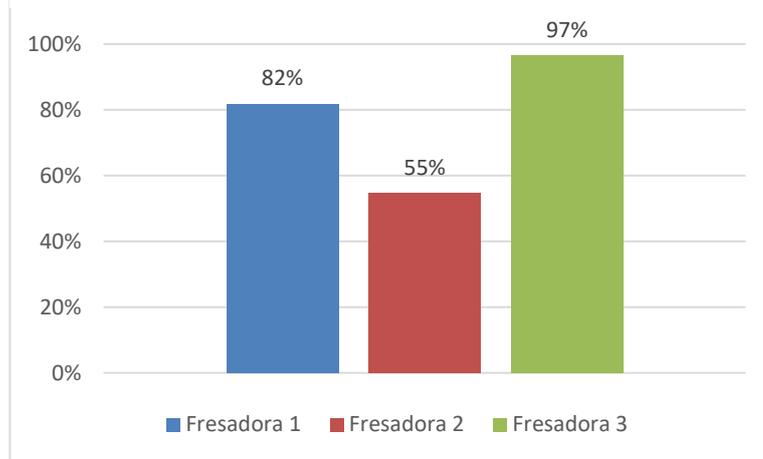
Confiabilidad de Máquinas Área Fresadora

Confiabilidad de las Máquinas Fresadora			
Datos	Fresadora 1	Fresadora 2	Fresadora 3
MTBS	234	156	1,933
MTTR	52	130	67
Confiabilidad	82%	55%	97%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 23

Confiabilidad de Máquinas Área Fresadoras



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

De acuerdo con el gráfico podemos afirmar que con la tercera máquina fresadora tiene una alta confiabilidad con él más del 95% lo cual nos indica que es confiable para poder trabajar sin ningún problema esto se da debido a que es nueva máquina recientemente adquirida mientras que las otras son máquinas antiguas en donde podemos ver que en una de las máquinas tiene una baja confiabilidad con el 55% entonces lo más probable es que siga presentando los mismos problemas en cuanto a los sistemas eléctricos y teniendo la confiabilidad de trabajar solo con dos máquinas este debido a la falta de programación de mantenimiento y la falta de capacitación especializada referente a la parte eléctrica.

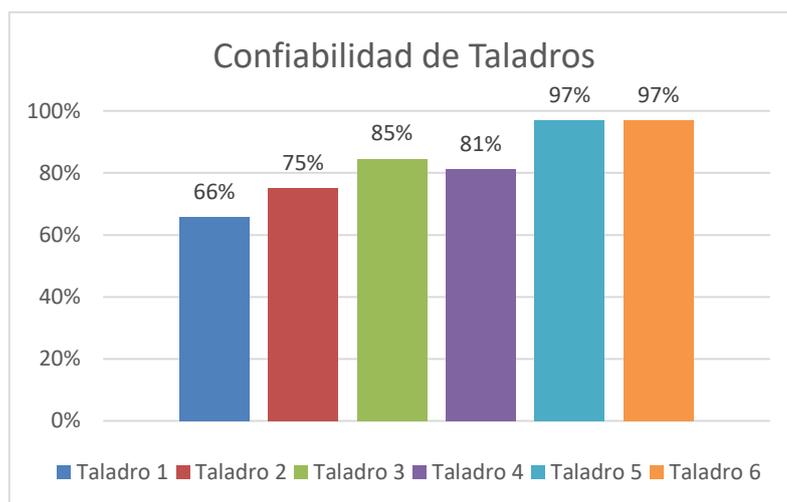
c) Confiabilidad de las Máquinas Taladradoras

Tabla 25

Confiabilidad de Máquinas Área Fresadora

Confiabilidad de la Máquinas Taladradoras						
Datos	Talad. 1	Talad. 2	Talad. 3	Talad. 4	Talad. 5	Talad. 6
MTBS	210	337	473	303	1,087	1,087
MTRR	110	111	87	70	34	34
Confiabilidad	66%	75%	85%	81%	97%	97%

Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

Del presente gráfico podemos afirmar que los dos taladros fresadores tiene una alta confiabilidad con del 95% esto se debe a que son máquinas nuevas recientemente adquiridas y las otras máquinas se presenta baja y variada la confiabilidad sobre todo en las dos primeras máquinas de taladro de columna que tienen muy baja confiabilidad menor al 80% lo cual es lo más probable que se continúen con las paradas imprevistas y esto también es debido a la falta de planificación de mantenimiento para inspeccionar y disponer de repuestos para el mantenimiento correctivo.

d) Confiabilidad de las Máquinas de Soldadura

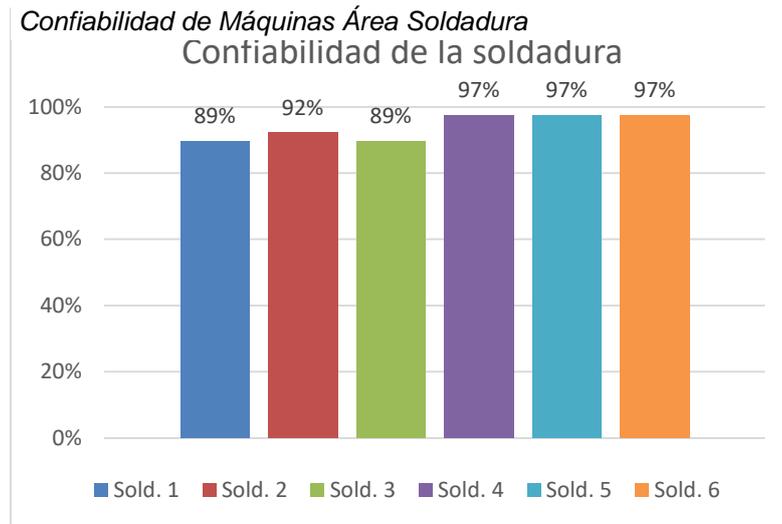
Tabla 26

Confiabilidad de Máquinas Área Soldadura

Confiabilidad de la Máquinas de Soldadura						
Datos	Sold. 1	Sold. 2	Sold. 3	Sold. 4	Sold. 5	Sold. 6
MTBS	337	347	394	2,573	2,573	2,573
MTTR	40	30	46	67	67	67
Confiabilidad	89%	92%	89%	97%	97%	97%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 25



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

De acuerdo con el gráfico podemos afirmar que el área de soldadura las máquinas presentan una alta confiabilidad y dentro de ellas se disponen cuatro máquinas por arco eléctrico con mayores al 85% de confiabilidad y también se tienen máquinas multiprocesos (arco eléctrico y multiprocesos) que tienen más de 95% debido a que son nuevas recientemente adquiridas entonces lo más probable es que no tenga muchos problemas en la operatividad de las máquinas de soldadura.

e) Confiabilidad de las Máquinas de Menor Uso

Tabla 27

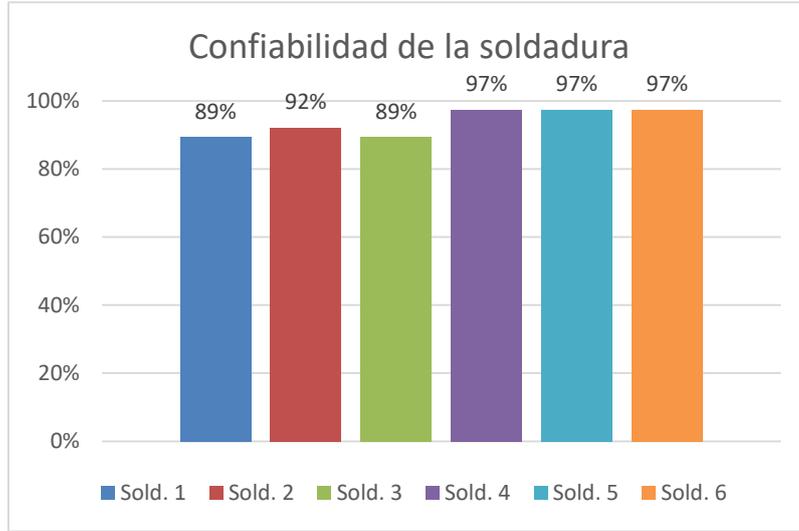
Confiabilidad Área de Máquinas Menor Uso

Confiabilidad de Máquinas de Menor Uso				
Datos	Cizalla	Sierra	Compresor	Esmeril
MTBS	158.5	89.5	159.0	127.6
MTTR	1.5	70.5	1.0	0.4
Confiabilidad	99%	56%	99%	100%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 26

Confiabilidad de Máquinas de Menor Uso



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

De acuerdo con gráfico podemos afirmar que en la gran mayoría de las máquinas como son la cizalla eléctrica, el compresor de aire y el esmeril de banco tienen una elevada confiabilidad con él más de 95% por lo que no se tenga inconvenientes para poder trabajar y esto se debe a que las horas de programación de máquinas son bajas en algunos casos son de uso esporádico es decir se tiene poco uso a igual que la sierra de cinta el único problema que se tuvo fue por la mala instalación de la máquina porque aparentemente se observa como una baja confiabilidad.

4.10 Identificación de Problemas y Análisis de Causas

4.10.1 Problemas Encontrados

En el presente cuadro se describe algunos de los principales problemas encontrados que se presentan en el uso de las máquinas del laboratorio de producción.

Tabla 28

Identificación de Problemas

Problemas	Descripción de Problemas
Capacitación personal	Falta de una capacitación constante al personal encargado de mantenimiento
Desgastes de componentes	se presentan algunas máquinas con desgastes de sus componentes y en algunos casos deteriorados

Lubricación de las máquinas	No se realiza la lubricación de máquinas correctamente por falta de cronogramas
Disponibilidad de máquinas	En las máquinas se presentan fallas frecuentes o paradas imprevistas de las maquinas
Stock de repuestos	No existe repuesto para recambio de algunos dispositivos de las máquinas
Registro historial de máquinas	No se cuenta con un historial de reportes de fallas en las máquinas
Plan de mantenimiento	No existe un plan de actividades o tareas de mantenimiento para las máquinas
Piezas defectuosas	Algunas piezas fabricadas en las máquinas se presentan con medidas incorrectas

Fuente: Elaboración Propia

4.10.2 Clasificación según los Pilares del TPM

a) Mantenimiento autónomo o Jishu Hozen.

- Desgates de los componentes
- Lubricación de las máquinas
- Disponibilidad de máquina

b) Mantenimiento planificado

- Plan de mantenimiento
- Registro historial de máquinas

c) Mantenimiento de calidad o Hinshitsu Hozen.

- Piezas defectuosas

Prevención de mantenimiento.

- Stock de repuestos

d) Formación y adiestramiento

- Capacitación personal

4.10.3 Priorización de Problemas

En el presente cuadro se ha elaborado de acuerdo a la clasificación de los pilares del TPM relacionados con los problemas encontrados en el laboratorio de Producción.

Tabla 29

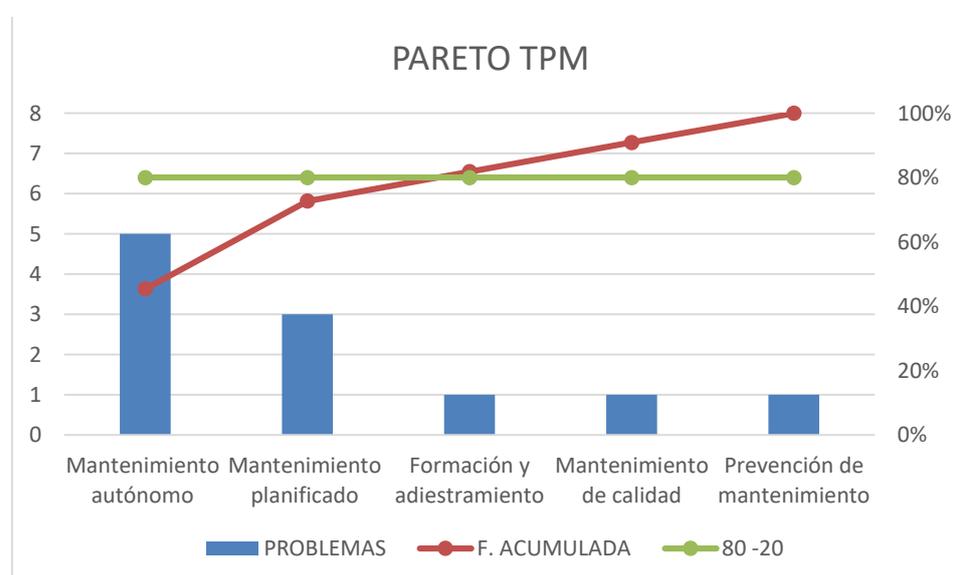
Priorización de Problemas

N°	PILAR TPM	PROBL.	FREC	F. ACUM	80 -20
1	Mantenimiento autónomo	3	38%	38%	80%
2	Mantenimiento planificado	2	25%	63%	80%
3	Formación y adiestramiento	1	13%	75%	80%
4	Mantenimiento de calidad	1	13%	88%	80%
5	Prevención de mantenimiento	1	13%	100%	80%

Fuente: Elaboración Propia

Figura 27

Diagrama de Pareto TPM



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación:

En el presente gráfico de Pareto podemos observar que el pilar de mantenimiento autónomo y planificado se tiene que priorizar para poder aumentar la disponibilidad de las máquinas en el laboratorio de Producción.

4.10.4 Análisis De Causas

Diagrama Causa Efecto (Ishikawa).

En la aplicación del siguiente diagrama Ishikawa esta herramienta permitirá identificar analizar la causa raíz de los problemas con el fin de eliminar las causas que se presentan en el Laboratorio de Producción en la operatividad de las máquinas, el diagrama que se va a utilizar se da de la forma de espina de pescado con sus respectivas categorías principales que

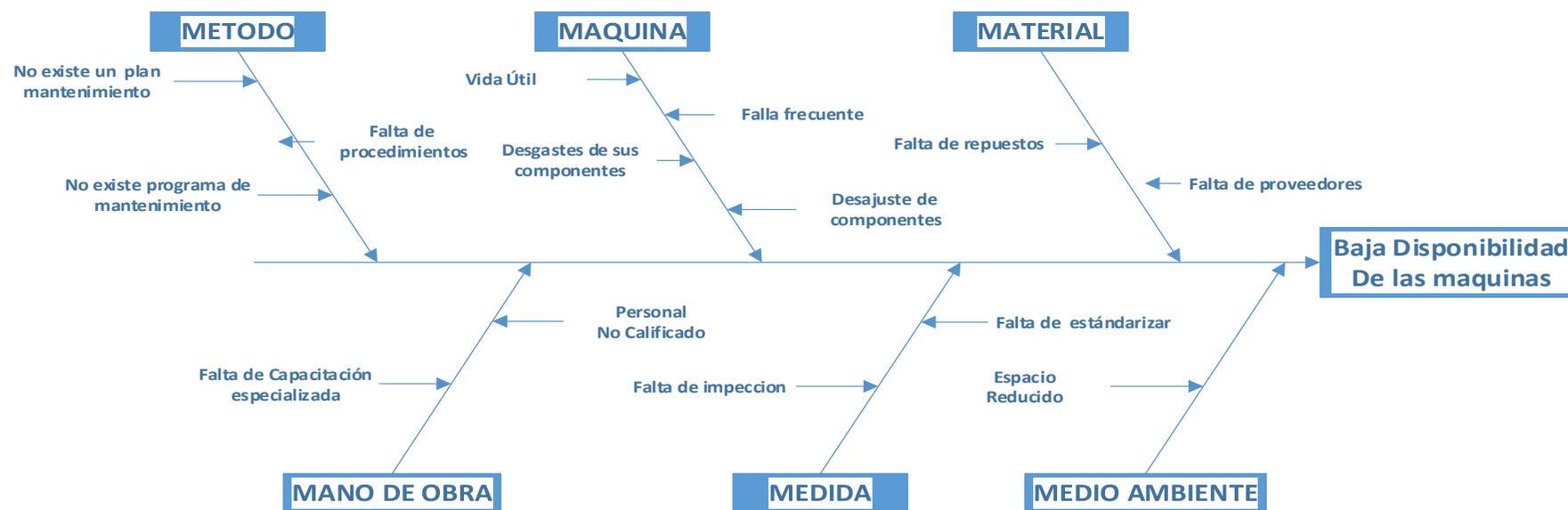
son conocidas como los 6m, para desarrollar el diagrama de Ishikawa se elaboró de la siguiente manera:

- a) La definición del problema es donde vamos a analizar la situación de los problemas y es la que representa la cabeza del pescado.
- b) Describir las categorías de 6m que emplearemos los siguientes
 - mano de obra: es donde implica el personal de área de trabajo
 - maquinaria: considerado como medio tecnológico que se emplea en los procesos productivos de la instalación
 - métodos: es donde aplicaremos un conjunto de acciones para ejecutar los procedimientos en el mantenimiento
 - Medición: aquella que va a medir o controlar las actividades que se desarrollan en el proceso de mantenimiento
 - materia prima: se va a considerar como es el repuesto, accesorios y materiales que van a utilizar en el proceso
 - medio ambiente: aquello que nos vamos a referir al espacio y el lugar en donde se realiza la actividad
- c) Identificar las posibles causas de los problemas de acuerdo a las categorías.
- d) Analizar los resultados, en este caso analizaremos las causas con mayor frecuencia para luego priorizar y tomar acciones necesarias para corregir.

a) Diagrama de causas del Problema Disponibilidad de Máquina.

Figura 28

Diagrama Ishikawa Problema Disponibilidad de Máquinas



Fuente: Elaboración Propia

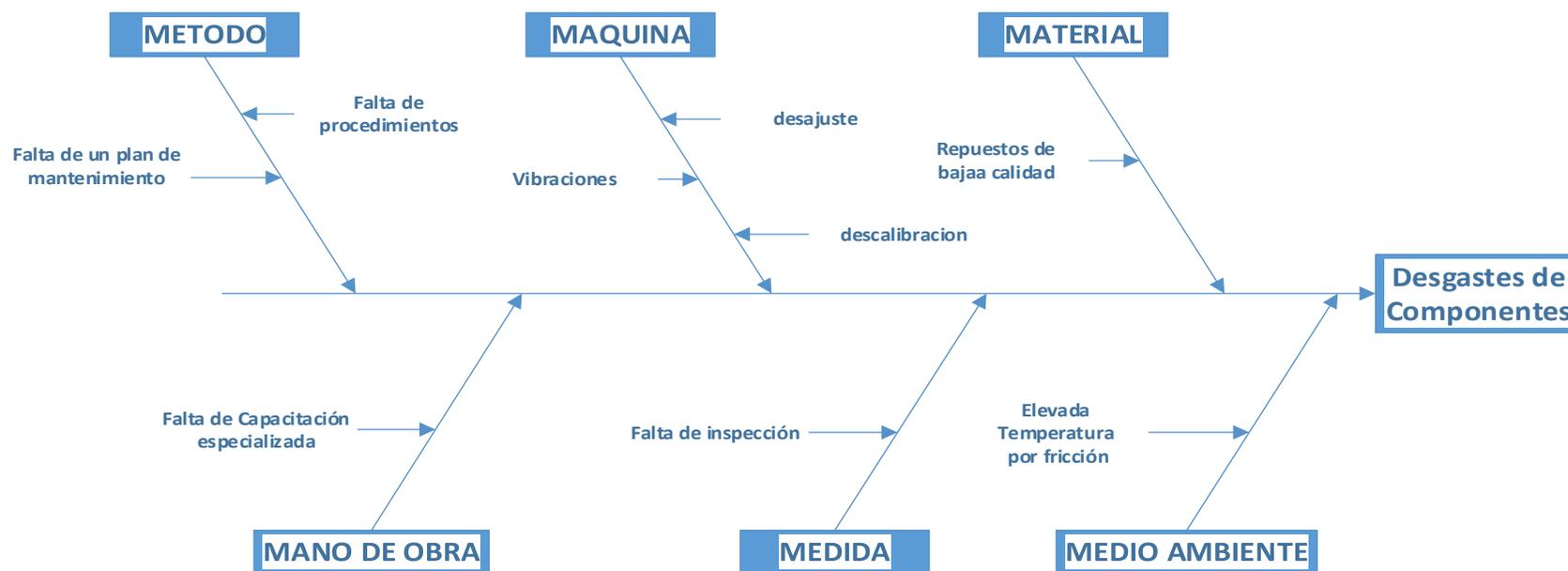
Interpretación:

En el presente gráfico se observa diversos problemas que ocasionan la baja disponibilidad de las máquinas, dentro de ellas tenemos la falta de proveedores para tener repuestos en las máquinas, por ellos las máquinas se presenta fallas frecuentes por desgastes y desajuste en sus componentes generando una vida útil corta de las máquinas que se da por la falta de un plan de mantenimiento por lo que el personal no pueda realizar las actividades de mantenimiento de manera correcta

b) Diagrama de causas del Problema Desgaste de Componentes.

Figura 29

Diagrama Ishikawa Problema Desgaste de Componentes



Fuente: Elaboración Propia

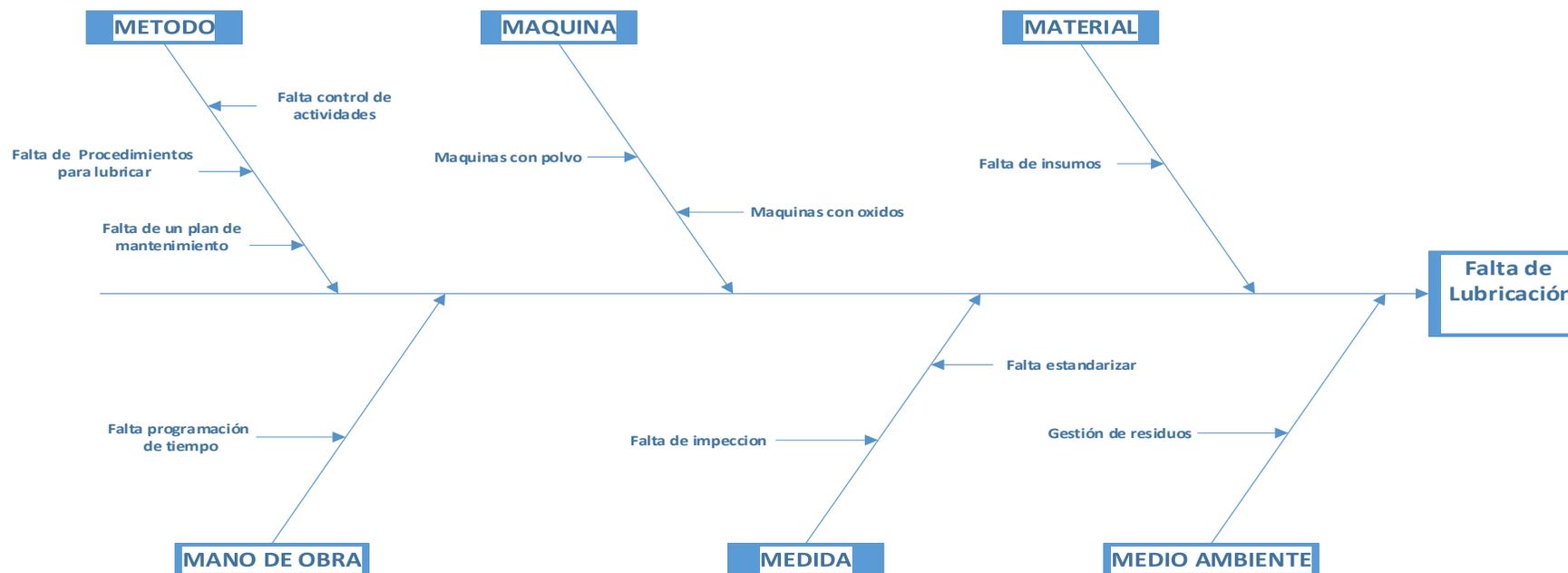
Interpretación:

En el presente gráfico observamos que el desgaste de los componentes de las máquinas será por diversas causas, en una de ellas vemos que es por los repuestos de baja calidad, pero para que se tenga un desgaste más rápido se tienen máquinas descalibradas, vibraciones, falta de ajustes y que ocasionan fricciones y no se realizan inspecciones rutinarias con lo que se va evidenciando más la falta de un plan de mantenimiento.

c) Diagrama de causas del Problema Falta de Lubricación de Máquinas.

Figura 30

Diagrama Ishikawa Problema Falta de Lubricación de Máquinas



Fuente: Elaboración Propia

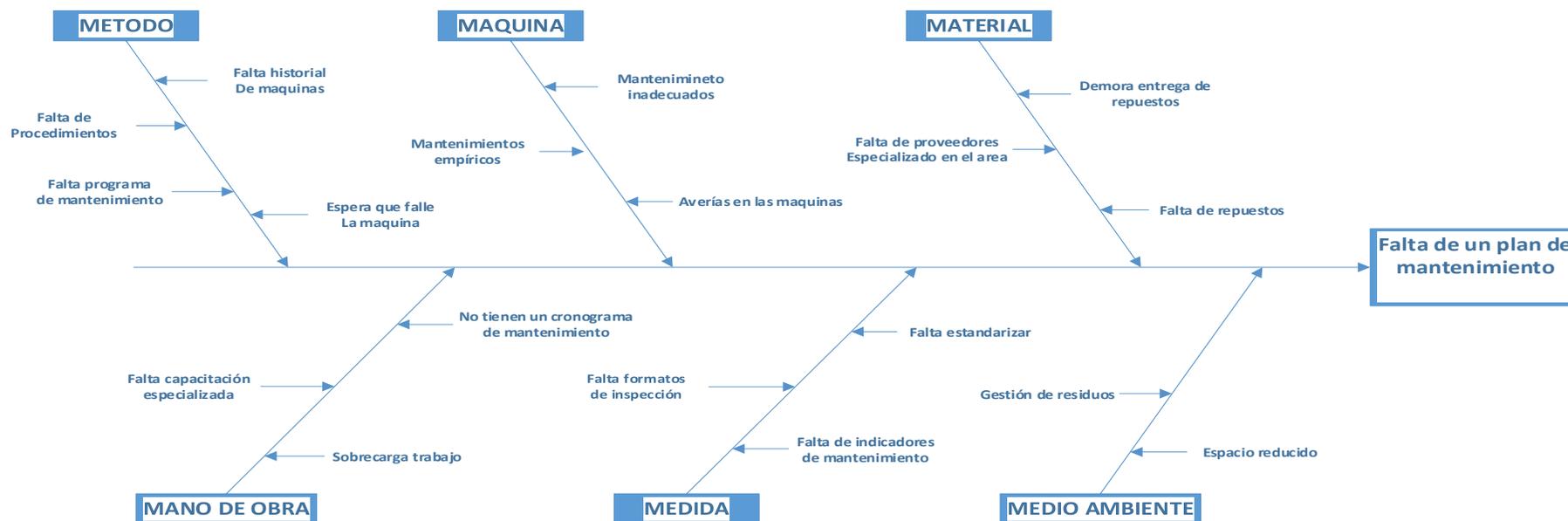
Interpretación:

En el presente gráfico observamos que la falta de lubricación de máquinas se evidencia es por lo que no se cuenta con un plan de mantenimiento detallado en actividades a realizar en cada máquina, por lo que falta estandarizar y realizar inspecciones en las máquinas, por otro lado, el personal no dispone tiempo adecuado para la lubricación y es por ello que las máquinas se encuentran con polvos y con óxidos.

d) Diagrama de causas del Problema Falta de Plan de Mantenimiento de la Máquina.

Figura 31

Diagrama Ishikawa Problema Falta de Plan de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

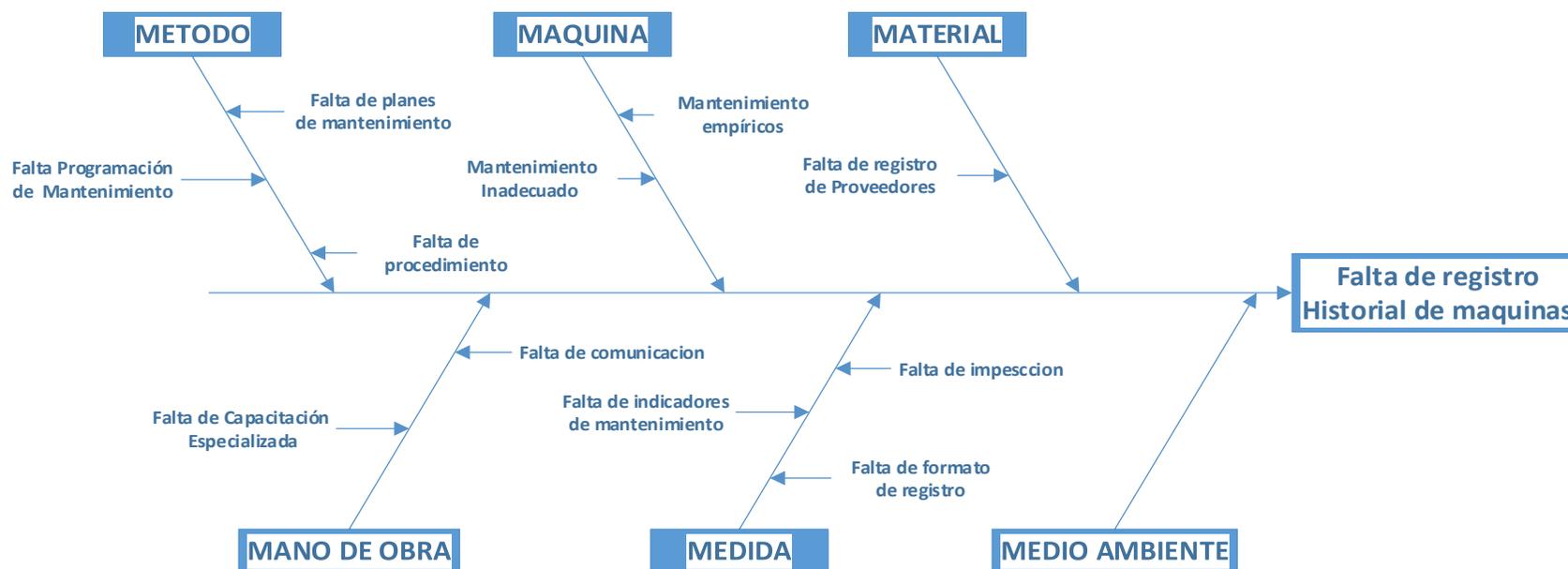
Interpretación:

En el presente cuadro observamos uno de los grandes problemas que se evidencia de manera constante en la falta de un plan de mantenimiento y esto se da porque se realiza un mantenimiento inadecuado y de manera empírica en las máquinas donde no se registra el reporte de fallas por falta de formatos que permitan registrar e inspeccionar y cuando la máquina presenta alguna avería no se tiene los repuestos en el almacén para luego solicitar en donde se presentan las demoras en donde ocasiona paradas de máquinas por largo tiempo.

e) Diagrama de causas del Problema Falta de Registro Historial de las Máquinas.

Figura 32

Diagrama Ishikawa Problema Falta de Registro Historial



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación

En el presente gráfico observamos el problema de registro de historial de máquinas, es porque no se tiene planes y programas de actividades de mantenimiento por lo que el mantenimiento se realiza de manera incorrecta y manera empírica donde el personal por falta de capacitación desconoce los indicadores de la gestión mantenimiento por ello es la falta de proveedores y formato de registro para el desarrollo de las actividades de mantenimiento en las máquinas.

4.11 Técnica de los 5 Porqués

Para poder identificar los problemas que se van desencadenando en la presente investigación se aplica la técnica de 5 porqués como vemos en la siguiente tabla

Tabla 30

Técnica 5 Porqués

PORQUE 1	PORQUE 2	PORQUE 3	PORQUE 4	PORQUE 5
Porque la baja disponibilidad de máquinas	Porque no se tiene el registro de las máquinas	Porque no se tiene una programación de mantenimiento	Porque no se tiene un plan de mantenimiento	
Porque el desgaste de componentes	Porque hay vibraciones en la maquinas	Porque falta ajuste en las máquinas	Porque falta de inspección en las máquinas	Porque no existe un cronograma de mantenimiento
Porque la falta lubricación en las máquinas	Porque no hay un cronograma de actividades	Porque no hay un plan de mantenimiento De las máquinas	Porque no hay una propuesta de un plan de mantenimiento	Porque el mantenimiento se realiza empíricamente
Porque la falta de un plan de mantenimiento	Porque no hay una propuesta de un plan de mantenimiento	Porque se realiza empíricamente el mantenimiento		
Porque la falta de registro historial de las máquinas	Porque no hay formato de registro de mantenimiento	Porque no hay un programa de mantenimiento	Porque no un plan de mantenimiento	

Fuente: Elaboración Propia

4.11.1 Análisis de las Causas Encontradas

De acuerdo con el diagrama de causa y efecto del problema de baja disponibilidad de las máquinas se tiene como una de las causas principales es que no existe un plan de mantenimiento por lo que las actividades de mantenimiento se realizan de manera empírica es decir se realiza un mantenimiento inadecuado porque no se tiene un registro historial de máquinas, reporte de fallas, formatos de registro, no existe programación de actividades rutinarias de mantenimiento a lo largo de todo el año y que por la falta de planificación en las actividades de mantenimiento se presentan máquinas con desgastes, desajuste, vibraciones, descalibradas son detectadas cuando se presenta alguna falla o dejan de funcionar las máquinas por lo que se tienen paradas las máquinas por largo tiempo en esperar a poder arreglar la maquinas o en la demora de conseguir los repuestos que no se tienen en el almacén y la falta de cartera de proveedores cabe recordar que las máquinas que son operadas es por parte de personal no calificado que son los estudiantes que vienen aprender a manejar las máquinas, por otro lado, es la falta de capacitación especializada del personal de laboratorio para el desarrollo de las actividades de mantenimiento.

En los problemas del desgaste de componentes se presenta en su principal causa es debido por las vibraciones, la falta de ajustes, falta calibrar las máquinas por lo que se producen fricciones cuando se está operando la máquina hace que se eleve la temperatura y produzca él desgaste de los componentes de las máquinas en algunos casos él desgastes de los componentes de las máquinas es más rápido por lo que son de baja calidad y todo ello se da por la falta de cronograma de inspección rutinaria en las máquinas.

En el problema de la falta de lubricación de las máquinas es una de las causas principales que tenemos es que no se tiene un plan de mantenimiento en donde se tenga un programa de control y rutina con sus respectivas cartas o estándares de lubricación para cada máquina y el desarrollo de inspecciones diarias que tenga una lista de chequeo por parte del personal del laboratorio que también requiere de una capacitación especializada en el área de mantenimiento como en la selección, compra de lubricantes y eliminar fuentes de contaminación originada por la limpieza y lubricación de las máquinas.

En el problema de la falta de un plan de mantenimiento se ha identificado una de las causas principales es que no se cuenta con un programa preventivo en donde se pueda registrar el historial de las máquinas, los reportes de fallas de las máquinas no hay procedimientos estándares en donde se tenga un cronograma de actividades mantenimiento en realizar limpieza de todas las máquinas, lubricación de los diferentes componentes de las máquinas de acuerdo a las cartillas, realizar ajustes antes de operar las máquinas, identificar puntos a calibrar en las máquinas, reparar, cambiar repuestos y realizar inspecciones rutinarias el mantenimiento realizado es inadecuado porque se hace empíricamente por parte del personal encargado del laboratorio en donde también requiere de una capacitación especializada en el área de mantenimiento es por ello que el personal encargado no coordinan no proponen planes de mantenimiento a la dirección de la escuela y gestionan el stock de repuestos.

El problema de la falta de registro historial de las máquinas, la causa principal identificada es que no se tiene planes y programas de actividades de mantenimiento que se permita desarrollar de manera correcta por parte del personal del laboratorio en donde puedan registrar el historial de las máquinas, formatos de reporte de fallas, ejecutar inspecciones y/o revisiones periódicas en las máquinas, así como también se requiere de una falta de capacitación especializa en el área de mantenimiento.

De acuerdo con lo analizado las causas de los problemas estudiados anteriormente que se presentan en el laboratorio de Producción se ha evidenciado la causa principal mayor es la falta de un plan de mantenimiento en donde se observa que hay máquinas deterioradas, inoperativas, paradas imprevistas y en donde está acortando la vida útil de las máquinas por lo que hace que se tenga una baja disponibilidad y confiabilidad en el manejo de las máquinas del laboratorio de Producción

Por lo que es importante proponer un plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía del TPM (Mantenimiento Productivo Total) donde se permitirá desarrollar algunos pilares del TPM, como son las actividades de mantenimiento autónomo y actividades de mantenimiento planificado para mejorar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y lograr la conservación alargando la vida útil de la máquinas teniendo una buena gestión en las máquinas y equipos del laboratorio de Producción de una institución educativa de nivel superior.

CAPÍTULO V

PROPUESTA DE MEJORA

5.1 Denominación de la Propuesta

Plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía del TPM

5.2 Alcance de la Propuesta

Laboratorio de Producción de una Institución Educativa de Nivel Superior en la ciudad de Arequipa

5.3 Objetivos de la Propuesta

a) Objetivo General:

- Proponer un plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía del TPM

b) Objetivos específicos:

- Diseñar actividades de la metodología 5S
- Diseñar actividades de Mantenimiento autónomo
- Diseñar actividades de Mantenimiento planificado

5.4 Planificación de Actividades

Para el desarrollo de la planificación de actividades de la propuesta del mantenimiento preventivo basado en la filosofía del TPM (Mantenimiento Productivo Total) se establecerá de la siguiente manera para su elaboración.

Tabla 31

Planificación de Actividades de la Propuesta

N°	Propuestas	Actividades	Evidencia
1	5S	Seiri	Clasificación
		Seiton	Orden
		Seiso	Limpieza
		Seiketsu	Estandarización
		Shitsuke	Disciplina
2	Mantenimiento Autónomo	Limpieza de las máquinas	Estándar de limpieza
		Lubricación de las máquinas	Estándar de lubricación
		Procedimientos de limpieza y lubricación	Diseño de formatos de limpieza y lubricación
		Control de actividades	Diseño de formato checklist
3	Mantenimiento Planificado	Mantenimiento Preventivo	Historial de máquinas Programa de mantenimiento anual
			Orden de trabajo mantenimiento Capacitación de personal

Fuente: Elaboración Propia

5.5 Desarrollo de Actividades

5.5.1 Metodología 5s Laboratorio de Producción

La situación actual en el Laboratorio de Producción se evidencia un conjunto de actividades que se realizan en el proceso de enseñanza de aprendizaje en donde los estudiantes solicitan en el almacén los materiales, herramientas y elementos de protección personal EPP, dichos elementos en algunos casos se desgastan, se deterioran y estos se encuentran almacenados incorrectamente.

a) Seiri – Clasificar

Se propone clasificar algunas de las herramientas como son los arcos de sierra, hojas de sierra, limas, brocas, cepillos de aceros y los elementos de protección personal EPP, como son guantes, lentes que se encuentran deteriorados o desgastados.

Tabla 32

Seiri Clasificación de las Herramientas

Limas	Arco de sierra	Brocas	Guantes	Lentes
				

Fuente: Elaboración Propia

Para clasificar algunas herramientas o elementos de protección desgastados o deteriorados se utilizará una tarjeta roja para su separación

Tabla 33

Seiri Clasificación de Herramientas Deterioradas

Limas	Arco de sierra	Brocas	Guantes	Lentes
				
				

Fuentes: *Elaboración Propia*

Figura 33

Tarjeta Roja de Anomalías



TARJETA ROJA

INFORMACION GENERAL

Nombre: _____ Fecha: _____
 Artículo: _____ Código: _____
 Cantidad: _____ Unidad: _____ Área: _____

CATEGORIA

<input type="checkbox"/> Equipo <input type="checkbox"/> Instrumento <input type="checkbox"/> Herramienta	<input type="checkbox"/> Material <input type="checkbox"/> Otro Otro: _____
---	---

RAZON

<input type="checkbox"/> Defecto <input type="checkbox"/> Desgastes <input type="checkbox"/> No se requiere	<input type="checkbox"/> Obsoleto <input type="checkbox"/> Otro Otro: _____
---	---

Responsable: _____

Firma

Fuente *Elaboración Propia*

b) Seiton - Orden

En esta fase se propone ordenar las principales herramientas de uso frecuente por medio de un tablero visible con facilidad de acceso y ubicación a las herramientas que se requiera en forma ordenada y rápida

Figura 34

Seiton Orden del Tablero de Herramientas Manuales



Fuente: Elaboración Propia

c) Seiso – Limpieza

Para esta fase la limpieza la realizarán los estudiantes después del uso de las máquinas y herramientas del laboratorio bajo supervisión del jefe de práctica y encargado de laboratorio en donde se propone dar una limpieza diaria de 20 mm tiempo necesario para realizar una buena limpieza de todas las máquinas que desprenden viruta.

Tabla 34

Limpieza de la Viruta

Viruta de aluminio	Viruta de acero	Placas metálicas	Wype trapos
			

Fuente: Elaboración Propia

d) Seiketsu – Estandarización

Para la estandarización en el laboratorio de producción se propone establecer una gestión de los residuos sólidos para la viruta que son desprendidos en el mecanizado de las máquinas.

Tabla 35

Estandarización de Residuos Solidos

Residuos Metálicos	Residuos Orgánicos	Residuos Papel
		

Fuente: Elaboración Propia

e) Shitsuke – Disciplina

Se proponen, en esta fase, es supervisar el cumplimiento de todos los procesos de la metodología 5S mencionados anteriormente como son clasificar, ordenar, limpiar y estandarizar, manteniendo un hábito en el desarrollo de todas las actividades y realizando una mejora continua en el Laboratorio de Producción.

Tabla 36

Tarjeta de Control 5 S



CONTROL DE LAS 5S

INFORMACION GENERAL

Evaluador: _____
 Área: _____ Fecha: _____

VALORACION

(0) Inexistente – El grado de cumplimiento es 0%
 (1) Insuficiente - El grado de cumplimiento es menor del 50%
 (2) Bien - El grado de cumplimiento menor al 80%
 (3) Excelente - El grado de cumplimiento es mayor al 80%

CRITERIOS

N°	SEIRI - CLASIFICAR	0	1	2	3
1					
2					
4					

N°	SEITON - ORDENAR	0	1	2	3
1					
2					
3					

N°	SEISO - LIMPIAR	0	1	2	3
1					
2					
3					

N°	SEIKETSU - ESTANDARIZAR	0	1	2	3
1					
2					
2					

N°	SHITSUKE - DISCIPLINAR	0	1	2	3
1					
2					
2					
4					

Firma

Fuente: Elaboración Propia

5.5.2 Mantenimiento Autónomo.

a) Listado de máquinas con actividades de limpieza

En el presente cuadro se mencionará las principales máquinas de uso de mayor frecuencia en el Laboratorio de Producción.

Tabla 37

Máquinas con Actividades de Limpieza

N°	MÁQUINA	ACTIVIDADES
1	Torno Paralelo	Estándar de limpieza
		Estándar de lubricación
		Estándar de limpieza
		Diseño de Formatos
2	Fresadora Universal	Estándar de limpieza
		Estándar de lubricación
		Estándar de limpieza
		Diseño de Formatos
3	Taladradora Columna	Estándar de limpieza
		Estándar de lubricación
		Estándar de limpieza
		Diseño de Formatos

Fuente: Elaboración Propia

b) Procedimientos de limpieza

- Utilizar los EPP (guantes, lentes, zapatos de seguridad y ropa de seguridad)
- Asegurar la desconexión eléctrica de las máquinas
- El procedimiento de limpieza de las máquinas tornos, fresadora y taladros se realizarán al término de la jornada de trabajo teniendo 20 mm para realizar esta actividad de limpieza.
- Utilizar brocha, wype y trapo industrial para limpieza
- Realizar limpieza el área de trabajo
- Ubicar el residuo sólido en lugar correspondiente

Tabla 38*Procedimientos de Limpieza*

N°	MÁQUINA	ACTIVIDADES	FRECUENCIA
1	Torno Paralelo	Guía carros longitudinal	Diaria
		Guía carro transversal	Diaria
		Guía carro superior	Diaria
		Bancada	Diaria
		Área de trabajo	Diaria
2	Fresadora Universal	Guías de la mesa	Diaria
		Consola	Diaria
		Base	Diaria
		Área de trabajo	Diaria
		Guías de la mesa	Diaria
3	Taladradora Columna	Base	Diaria
		Área del trabajo	Diaria

*Fuente: Elaboración Propia***c) Procedimientos de Lubricación**

- Utilizar los EPP (guantes, lentes, zapatos de seguridad y ropa de seguridad)
- Asegurar la desconexión eléctrica de las máquinas
- Verificar de nivel de aceite en el visor de la máquina
- El procedimiento de limpieza de las máquinas tornos, fresadora y taladros se realizarán al término de la jornada de trabajo teniendo 20 mm para realizar esta actividad de limpieza.
- Utilizar graseras de lubricación
- Utilizar aceite de lubricación Shell 20 W-50
- Cambio de aceite 2000 horas

Tabla 39*Procedimientos de Lubricación*

N°	MÁQUINA	ACTIVIDADES	FRECUENCIA
1	Torno Paralelo	Guía carros longitudinal	Diaria
		Guía carro transversal	Diaria
		Guía carro superior	Diaria
		Bancada	Diaria
		Plato universal	Diaria
		barra de roscar	Diaria
		Barra de cilindrar	Diaria
		Volantes	Diaria
		husillos	Diaria
		Lira rueda de cambio	Quincenal
		Rodamientos	Mensual
		Caja de cambios	Anual
		Guías de la mesa	Diaria
		Guías de la Consola	Diaria
Guías correderas superior	Diaria		
2	Fresadora Universal	Soporte del árbol	Diaria
		Árbol porta fresa	Diaria
		husillo	Diaria
		Volantes	Diaria
		Rodamientos	Mensual
		Caja de cambios	Anual
		Guías de la mesa	Diaria
		husillo	Diaria
3	Taladradora Columna	Palanca desplazamiento columna	Diaria
		Volantes	Diaria
		Rodamientos	Mensual
		Caja de cambios	Anual

Fuente: Elaboración Propia

d) Procedimientos de Inspección

- Utilizar los EPP (guantes, lentes, zapatos de seguridad y ropa de seguridad)
- Desconecte la máquina de la red eléctrica.
- Inspeccione toda la máquina
- Revisar el nivel de aceite y el sistema de lubricación
- Buscar averías
- Revisar sistema eléctrico (tablero eléctrico)
- Revisar mecanismo de a máquina (faja de transmisión)
- Buscar vibraciones y holguras (ajuste de pernos)
- Revisar elementos móviles (alineación)

Tabla 40

Procedimientos de Inspección del Torno Paralelo

N°	MÁQUINA	ACTIVIDADES	FRECUENCIA
1	Torno Paralelo	Carros longitudinales	Diaria
		Carro transversal	Diaria
		Guía carro superior	Diaria
		Bancada	Diaria
		Porta herramienta	Diaria
		Cabezal móvil	Diaria
		Cabezal fijo	Diaria
		Caja de avance	Diaria
		Caja de cambios	Diaria
		Plato universal	Diaria
		Sistema de freno	Diaria
		husillo	Diaria
		Tornillo patrón	Diaria
		Barra de cilindrar	Diaria
		Nivel de aceite	Diaria
		Faja de transmisión	Semestral
		Tablero eléctrico	Semestral
Cojinetes	Semestral		
Alineación	Semestral		
Bomba de refrigeración	Anual		
Motor eléctrico	Anual		

Fuente de Elaboración Propia

Tabla 41*Procedimiento de Inspección de la Fresadora*

N°	MÁQUINA	ACTIVIDADES	FRECUENCIA
2	Fresadora Universal	Corredera superior	Diaria
		consola	Diaria
		Mesa de avance longitudinal	Diaria
		Mesa de avance transversal	Diaria
		Mesa de avance vertical	Diaria
		Caja de cambios	Diaria
		Caja de avance	Diaria
		Manguera de lubricación	Diaria
		Manguera de refrigeración	Diaria
		Mecanismo de sujeción	Diaria
		Sistema de frenos	Diaria
		Fajas de transmisión	semestral
		Alineación	semestral
		Tablero eléctrico	semestral
		Engranajes	Anual
Cojinetes	Anual		
Bomba de refrigeración	Anual		
Motor eléctrico	Anual		

*Fuente: Elaboración Propia***Tabla 42***Procedimientos de Inspección de Taladro*

N°	MÁQUINA	ACTIVIDADES	FRECUENCIA
3	Taladradora de Columna	Visor de aceite	Diaria
		Mesa de carro longitudinal	Diaria
		Mesa de avance transversal	Diaria
		Mesa de avance vertical	Diaria
		Caja de cambios	Diaria
		Husillo	Diaria
		Volantes	Diaria
		Bomba de refrigeración	Semestral
		Cremallera	Semestral
		Alineación	Semestral
		Tablero eléctrico	Semestral
		Engranajes	Anual
		Motor eléctrico	Anual

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43

Procedimientos de Mantenimiento Autónomo del Torno



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

DATOS GENERALES DE LA MÁQUINA TORNO PARALELO

MÁQUINA:

CÓDIGO:

MARCA:

MODELO:



PROCEDIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTOS DE LA MÁQUINA

- Verificar la conexión eléctrica con la máquina para su funcionamiento.
- Revisar la posición correcta de las velocidades del torno
- Verifique el sentido de giro del plato universal
- Verifique que esté bien ajustado el material en el plato universal
- Verifique la herramienta de corte se encuentre bien ajustados.
- Posicione el carro longitudinal para el mecanizado

PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA

- Realizar la limpieza después de terminar de utilizar la máquina.
- Usar una brocha para extraer la viruta acumulada en el carro longitudinal, carro superior y la bancada del torno
- Utilizar un wype para limpiar el carro longitudinal, carro superior y la bancada
- Utilizar trapo industrial para limpiar la parte superficial del torno.
- Limpiar el área de trabajo con una escoba y un recogedor
- Ubicar el residuo sólido en sus respectivos tachos.

PROCEDIMIENTOS DE LUBRICACIÓN

- Revisar el nivel de aceite en el visor de las máquinas ubicados en la caja de velocidad y el delantal.
- Lubricar la bancada del torno
- Lubricar las guías del carro longitudinal
- Lubricar las guías del carro superior
- Lubricar la barra de roscar
- Lubricar la barra de cilindrar

NORMAS DE SEGURIDAD

- Utilizar ropa de seguridad
- Utilizar lentes, guantes y zapatos de seguridad
- Mantenga apagado y desconecte la máquina para realizar la actividad de mantenimiento.

OBSERVACIONES:

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44

Procedimientos de Mantenimiento Autónomo de la Fresadora



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

DATOS GENERALES DE LA MAQUINA FRESADORA UNIVERSAL

MÁQUINA:

CÓDIGO:

MARCA:

MODELO:



PROCEDIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTOS DE LA MÁQUINA

- Revisar la conexión eléctrica con la máquina para su funcionamiento.
- Asegurar que todo esté bien ajustados los componentes
- Verificar la posición correcta de la caja de velocidades de la fresadora
- Verifique el sentido de giro de la herramienta de corte
- Verifique que esté bien ajustado la prensa en la mesa de la fresadora
- Sujetar bien el material en la prensa
- Posicione la mesa longitudinal y transversal para el mecanizado

PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA

- Realizar la limpieza después de terminar de utilizar la máquina.
- Usar una brocha para extraer la viruta acumulada en la mesa y consola de la fresadora
- Utilizar un wye para limpiar la mesa y la prensa de la fresadora
- Utilizar trapo industrial para limpiar la parte superficial de la fresadora
- Limpiar el área de trabajo con una escoba y un recogedor
- Ubicar el residuo sólido en sus respectivos tachos.

PROCEDIMIENTOS DE LUBRICACIÓN

- Verificar el nivel de aceite en el visor de las máquinas ubicados en la caja de velocidad y la mesa
- Lubricar las guías de la mesa de la fresadora
- Lubricar la consola de la fresadora

NORMAS DE SEGURIDAD

- Utilizar ropa de seguridad
- Utilizar lentes y zapatos de seguridad
- Utilizar guantes de seguridad
- Mantenga apagado y desconecte la máquina para realizar la actividad de mantenimiento.

OBSERVACIONES:

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45

Procedimientos de Mantenimiento Autónomo del Taladro



MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

DATOS GENERALES DE LA MAQUINA TALADRADORA

MÁQUINA:

CÓDIGO:

MARCA:

MODELO:



PROCEDIMIENTOS DE FUNCIONAMIENTOS DE LA MÁQUINA

- Revisar la conexión eléctrica con la máquina para su funcionamiento.
- Asegurar que todo esté bien ajustados los componentes
- Verificar la posición correcta la caja de velocidades del taladro
- Verifique el sentido de giro de la broca
- Verifique que este bien ajustado el material en la mesa del taladro
- Verifique la broca se encuentre bien ajustado en mandril.

PROCEDIMIENTOS DE LIMPIEZA

- Realizar la limpieza después de terminar de utilizar la máquina.
- Usar una brocha para extraer la viruta acumulada en la mesa del taladro
- Utilizar un wype para limpiar la mesa y la prensa del taladro
- Utilizar trapo industrial para limpiar la parte superficial del taladro.
- Limpiar el área de trabajo con una escoba y un recogedor
- Ubicar el residuo sólido en sus respectivos tachos.

PROCEDIMIENTOS DE LUBRICACIÓN

- Verificar el nivel de aceite en el visor de las máquinas ubicados en la caja de velocidad del taladro.
- Lubricar las guías del carro longitudinal de la mesa del taladro
- Lubricar las guías del carro superior de la mesa del taladro
- Lubricar la cremallera de la columna del taladro

NORMAS DE SEGURIDAD

- Utilizar ropa de seguridad
- Utilizar lentes y zapatos de seguridad
- Utilizar guantes de seguridad
- Mantenga apagado y desconecte la máquina para realizar la actividad de mantenimiento.

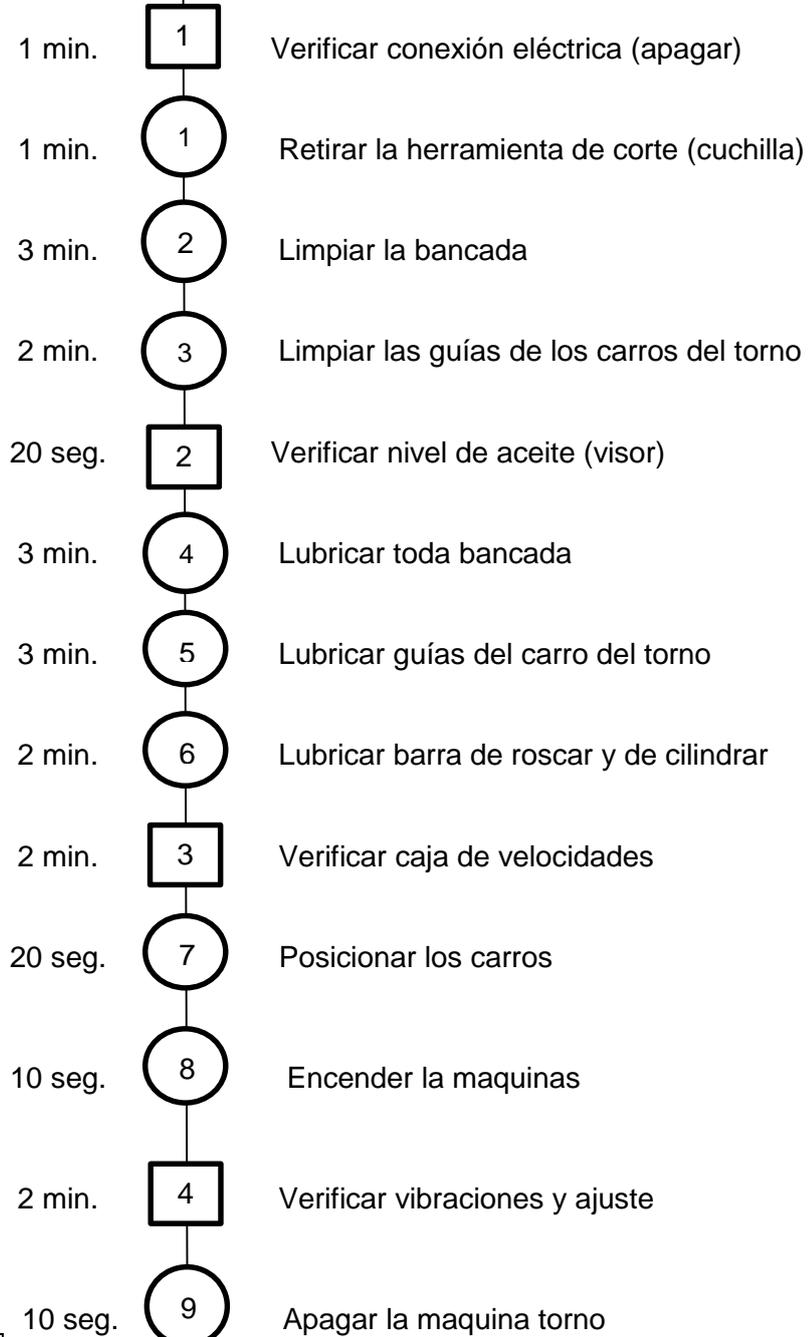
OBSERVACIONES:

Fuente: Elaboración Propia

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS

ACTIVIDAD:	MANTENIMIENTO AUTONOMO DEL TORNO	FECHA:	15/11/2021
AREA:	LABORATORIO DE PRODUCCION	APROBADO POR:	
ELABORADO POR:	FRANK PUMAHUANCA GONZALES	PAGINA:	1/1

Máquina Torno

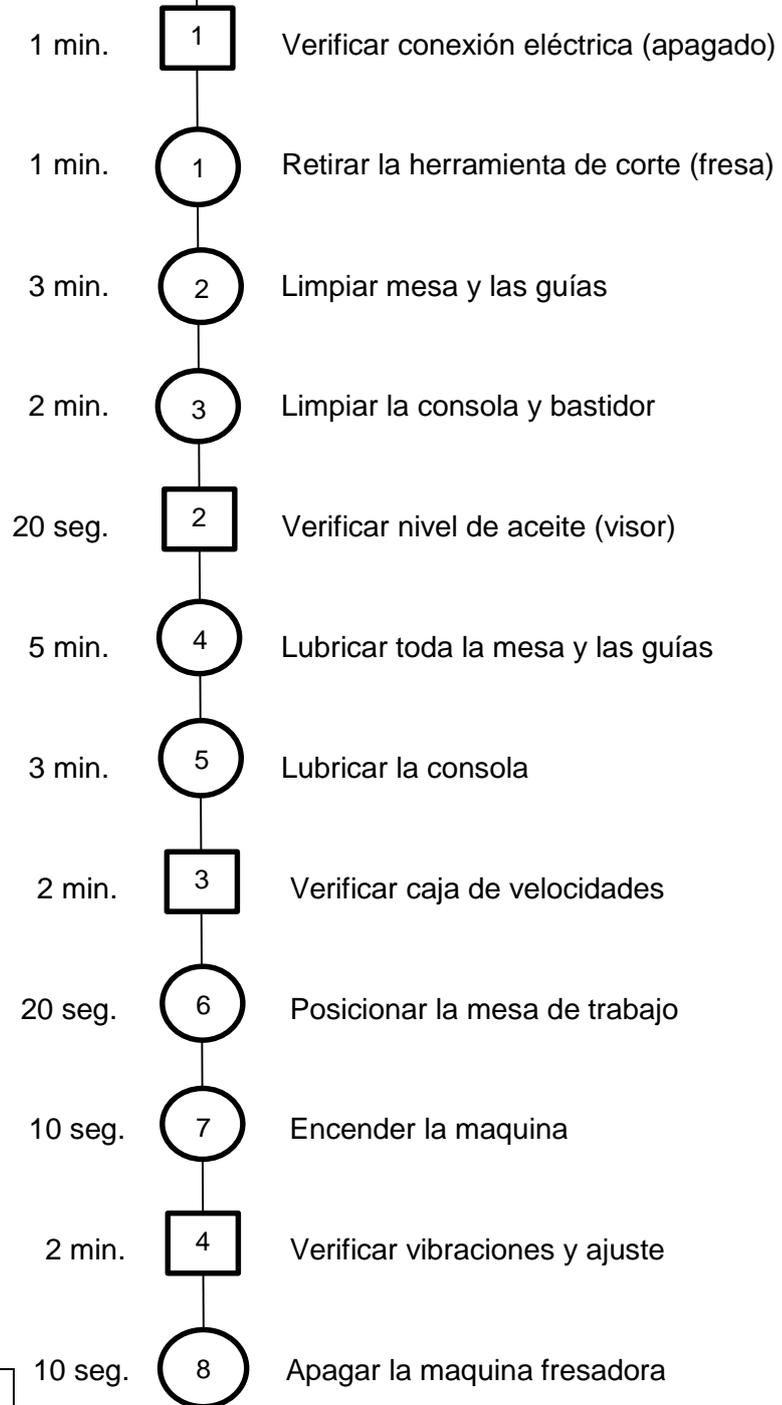


Evento	Cant.	Tpo.
○	9	14.40
□	4	5.20
Total	13	20 min

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS

ACTIVIDAD:	MANTENIMIENTO AUTONOMO FRESADORA	FECHA:	15/11/2021
AREA:	LABORATORIO DE PRODUCCION	APROBADO POR:	
ELABORADO POR:	FRANK PUMAHUANCA GONZALES	PAGINA:	1/1

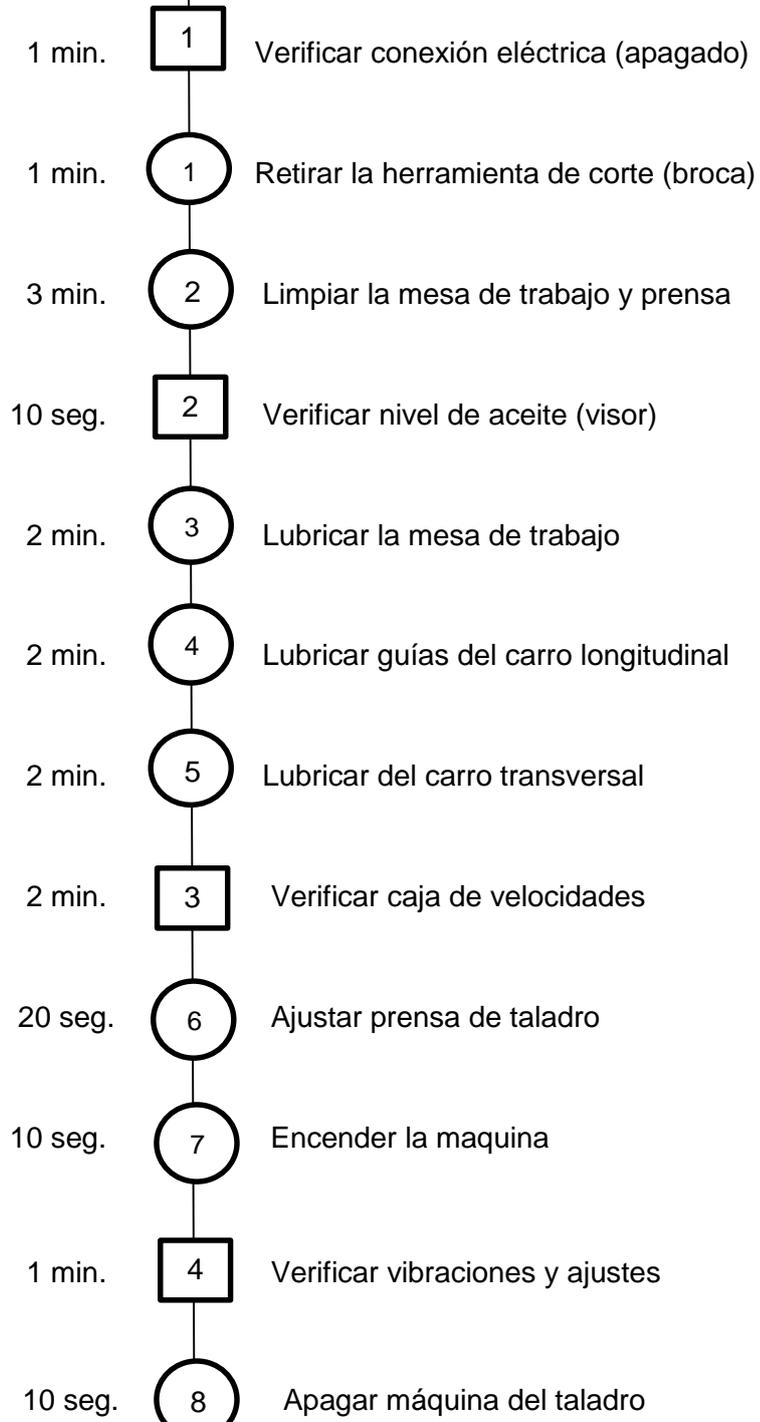
Máquina Fresadora



Evento	Cant.	Tpo.
○	8	14.40
□	4	5.20
Total	12	20 min

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS			
ACTIVIDAD:	MANTENIMIENTO AUTONOMO FRESADORA	FECHA:	15/11/2021
AREA:	LABORATORIO DE PRODUCCION	APROBADO POR:	
ELABORADO POR:	FRANK PUMAHUANCA GONZALES	PAGINA:	1/1

máquina Taladradora



Evento	Cant.	Tpo.
○	8	10.40
□	4	4.20
Total	12	15 min

e) Formatos

Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía del TPM (Mantenimiento Productivo Total) en las actividades del programa de mantenimiento autónomo se propone diseñar formatos para cada máquina seleccionada, como son el torno paralelo, fresadora universal y taladradoras para ejecutar las actividades de mantenimiento de manera correcta según en los anexos (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16)

Tabla 46

Formatos de Mantenimiento Autónomo

N°	MÁQUINA	FORMATO
1	Torno Paralelo	Formato de limpieza
		Formato de lubricación
		Formato de inspección
		Formato Check list
		Formato de seguridad
2	Fresadora Universal	Formato de limpieza
		Formato de lubricación
		Formato de inspección
		Formato Check list
		Formato de seguridad
3	Taladradora de Columna	Formato de limpieza
		Formato de lubricación
		Formato de inspección
		Formato Check list
		Formato de seguridad

Fuente: Elaboración Propia

5.5.3 Mantenimiento Planificado

a) Listado de máquinas con actividades de mantenimiento planificado

Para el desarrollo del mantenimiento preventivo de las máquinas del Laboratorio de Producción tenemos las siguientes actividades de mantenimiento como son:

- Lubricación y limpieza de las máquinas
- Engrasado de tornillo y rodamientos de máquina

- Revisión sistema seguridad (frenos, paradas de emergencia y protectores) de las máquinas.
- Realizar inspecciones mecánicas (calibraciones, alineamientos y ajustes) de las máquinas.
- Realizar inspecciones eléctricas de las máquinas (contactores, interruptor y conexiones eléctricas)
- Realizar revisión general de las máquinas (motores eléctricos, órganos de las máquinas, anclaje, pintura y vibraciones)

Tabla 47

Maquinas con Actividades de Mantenimiento Planificado

N°	MÁQUINA	ACTIVIDAD	FRECUENCIA
1	Torno paralelo	Lubricación	Diaria
		Engrasado	Semanal
		Sistema de seguridad	Trimestral
		Inspección mecánica	semestral
		Inspección eléctrica	semestral
		Revisión general	Anual
		Lubricación	Diaria
2	Fresadora universal	Engrasado	Semanal
		Sistema de seguridad	Trimestral
		Inspección mecánica	semestral
		Inspección eléctrica	semestral
		Revisión general	Anual
		Lubricación	Diaria
		Engrasado	Semanal
3	Taladradora de columna	Sistema seguridad	Trimestral
		Inspección mecánica	semestral
		Inspección eléctrica	semestral
		Revisión general	Anual
		Lubricación	Diaria
4	Responsable	Técnico del Laboratorio de Producción	

Fuente: Elaboración Propia

d) Formatos del mantenimiento Planificado

Para el desarrollo del plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía del TPM (Mantenimiento Productivo Total) en las actividades del programa de mantenimiento planificado se propone diseñar formatos para las principales máquinas del laboratorio de Producción según en los anexos (17,18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27)

Tabla 48
Formatos de Mantenimiento Planificado

N°	MÁQUINA	FORMATO
1	Torno Paralelo	Formato de Historial de maquina Formato de orden de trabajo Cronograma de mantenimiento
2	Fresadora Universal	Formato de Historial de maquina Formato de orden de trabajo Cronograma de mantenimiento
3	Taladradora de Columna	Formato de Historial de maquina Formato de orden de trabajo Cronograma de mantenimiento

Fuente: Elaboración Propia

e) Capacitaciones

Para desarrollar el plan de mantenimiento basado en la filosofía TPM de manera correcta se propone capacitar al personal del laboratorio de Producción para realizar eficientemente las actividades mantenimiento en las máquinas.

Tabla 49
Cronogramas de Capacitación

N°	Propuestas	Actividades	Meta	Fecha
1	Modulo I Introducción TPM	Introducción al TPM Paso implementar TPM Pilares del TPM	Asistencia 100%	10/01/22 12:00 a 16:00
		Eficiencia global de los equipos (OEE)		
2	Modulo II Mantenimiento Autónomo	Mantenimiento Autónomo Mantenimiento Planificado Las 5 S	Asistencia 100%	11/01/22 12:00 a 16:00
		Limpieza, lubricación y limpieza Inspecciones Ajuste y apriete Reparaciones menores		
3	Modulo II Mantenimiento Planificado	Estrategias de Mantenimiento Preventivo	Asistencia 100%	12/01/22 12:00 a 16:00
		Mantenimiento Periódico Basado en Tiempo Mantenimiento Basado en Condiciones Mantenimiento Correctivo		

Fuente: Elaboración Propia

5.6 Evaluación de la Propuesta de Mantenimiento

Para la evaluación de la propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para los laboratorios de una institución educativa de nivel superior basado en la filosofía del TPM, se evaluará en función al porcentaje de disponibilidad de las principales máquinas como, son: en el área de torno, fresadora y taladros.

5.6.1 Registro de fallas antes y después del plan de mantenimiento

Para la evaluación de la propuesta se presenta en los siguientes cuadros el registro de fallas y del tiempo muerto de las máquinas, como el torno, fresadora y taladros que se presentan actualmente y en otro cuadro se tiene una proyección estimada con la propuesta del plan de mantenimiento.

Tabla 50
Registro de Fallas Actual

REGISTRO DE FALLAS MÁQUINAS ACTUAL				
Máquina	2018	T. Muerto	2019	T. Muerto
Torno 1	4	257.5	4	257.5
Torno 2	4	187.5	3	47.5
Torno 3	5	250.5	5	320.5
fresadora 1	4	181.5	4	181.5
fresadora 2	4	453.5	4	453.5
Taladro 1	3	278.5	4	488.5
Taladro 2	3	313.5	2	243.5
Taladro 3	2	243.5	2	103.5
Taladro 4	3	175.5	3	245.5

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51
Registro de Fallas Después

REGISTRO DE FALLAS MÁQUINAS DESPUÉS				
Máquina	2018	T. Muerto	2019	T. Muerto
Torno 1	2	89.5	2	89.5
Torno 2	3	89.5	2	47.5
Torno 3	4	152.5	4	117.5
fresadora 1	2	83.5	2	83.5
fresadora 2	2	117.5	2	117.5
Taladro 1	3	110.5	4	152.5
Taladro 2	3	145.5	2	103.5
Taladro 3	2	75.5	2	103.5
Taladro 4	3	77.5	3	77.5

Fuente: Elaboración Propia

5.6.2 Disponibilidad de máquinas antes y después del plan de mantenimiento

En los siguientes cuadros se presenta de cada máquina el registro promedio de reparación, el promedio de fallas y el porcentaje disponibilidad maquinaria antes y después del plan de mantenimiento de torno, fresadora y taladros.

Tabla 52

Registro MTTR y MTBS de Máquinas Actuales

MÁQUINAS TORNOS						
Año	T. Total Reparación	T. Total Operación	N° Fallas	Horas MTTR	Horas MTBS	% Disponibilidad
2018	695.5	3264.5	13	53.5	251.1	79%
2019	625.5	3334.5	12	52.1	277.9	81%

MÁQUINAS FRESADORAS						
Año	T. Total Reparación	T. Total Operación	N° Fallas	Horas MTTR	Horas MTBS	% Disponibilidad
2018	635	1365	8	170.6	170.6	53%
2019	635	1365	8	170.6	170.6	53%

MÁQUINAS TALADROS						
Año	T. Total Reparación	T. Total Operación	N° Fallas	Horas MTTR	Horas MTBS	% Disponibilidad
2018	1011	3469	11	91.9	315.4	71%
2019	1081	3399	11	98.3	309.0	68%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53

Registro MTTR y MTBS de Máquinas Después

MÁQUINAS TORNOS						
AÑO	T. Total Reparación	T. Total Operación	N° Fallas	Horas MTTR	Horas MTBS	% Disponibilidad
2018	331.5	3628.5	9	36.83	403.2	91%
2019	254.5	3705.5	8	31.81	463.2	93%

MÁQUINAS FRESADORAS						
Año	T. Total Reparación	T. Total Operación	N° Fallas	Horas MTTR	Horas MTBS	% Disponibilidad
2018	201	1799	4	50.3	449.8	89%
2019	201	1799	4	50.3	449.8	89%

MÁQUINAS TALADROS						
Año	T. Total Reparación	T. Total Operación	N° Fallas	Horas MTTR	Horas MTBS	% Disponibilidad
2018	153	4327	8	19.1	540.9	96%
2019	437	4043	8	54.6	505.4	89%

Fuente: Elaboración Propia

5.6.3 Cuadro comparativo de antes y después del plan de mantenimiento

Para la evaluación de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo para los laboratorios de una institución educativa de nivel superior basado en la filosofía del TPM, se tiene actualmente el porcentaje de disponibilidad de maquinaria en el área de tornos con un 80%, mientras que en el área de fresadora se tiene 53% y en el área de taladros se tiene 70%

Con la propuesta se tiene una proyección estimada, después del plan de mantenimiento se tiene el porcentaje de disponibilidad de maquinaria en el área de torno es de 92%, mientras en el área de fresadora es de 89% y en el área de taladros es de 93%.

Por lo cual podemos observar en el cuadro comparativo antes y después del plan de mantenimiento en donde el porcentaje de disponibilidad de maquinarias se ha logrado incrementar significativamente en las diferentes áreas como son los torno, fresadoras y taladros.

Con los resultados obtenidos podemos afirmar que la viabilidad de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo basado en la filosofía del TPM es aceptable.

Antes del plan de mantenimiento

Tabla 54

Disponibilidad de Máquinas Antes

DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS						
Máquinas	T. Total Reparación	T. Total Operación	N° Fallas	Horas MTTR	Horas MTBS	% Disponibilidad
Tornos	1321	6599	25	52.84	264.0	80%
Fresadora	1270	2730	16	79.4	170.6	53%
Taladro	2092	6868	22	95.1	312.2	70%

Fuente: Elaboración Propia

Después del plan de Mantenimiento

Tabla 55

Disponibilidad de Máquinas Después

DISPONIBILIDAD DE MAQUINAS						
Máquinas	T. Total Reparación	T. Total Operación	N° Fallas	Horas MTTR	Horas MTBS	% Disponibilidad
Tornos	586	7334	17	34.5	431.4	92%
Fresadora	402	3598	8	50.3	449.8	89%
Taladro	590	8370	16	36.9	523.1	93%

Fuente: Elaboración Propia

5.6.4 Cuadro comparativo de antes y después de actividades de mantenimiento

En el presente cuadro se tiene él antes y después las actividades de mantenimiento que se realizan en las máquinas del laboratorio de una institución educativa de nivel superior.

Tabla 56

Actividades de mantenimiento antes y después

MAQ.	ANTES DEL PLAN	DESPUES DEL PLAN
Torno Fresadora Taladro	No se tiene un control solo se ajustan los pernos cuando hay vibraciones	Procedimientos de inspección diaria de ajuste de pernos
	Los rodamientos se engrasan, pero no se lleva su control debido	Procedimientos de lubricación mensual engrase mensual de rodamientos
	Cambio de relé, contactores y pulsadores cuando hay una falla y se realiza el pedido	Procedimientos de inspección mensual del sistema eléctrico y disposición de repuestos
	La alineación se da cuando se observa que las piezas salen defectuosas	Procedimientos de inspección y alineación semestral de componentes
	Las fajas se cambian solo cuando hay una falla	Procedimientos de inspección semestral de fajas y disposición de repuesto
	Los engranajes se cambian y realiza un nuevo pedido cuando falla	Procedimientos de inspección anual y disponer de repuesto de engranajes
	El motor eléctrico se cambia y realiza un nuevo pedido cuando falla	Procedimientos de inspección anual y disponer de repuesto de un motor eléctrico
	El aceite de caja no se tiene en cuenta el tiempo que se cambia	Procedimiento de lubricación anual cambio de aceite a 2000 horas (Shell 20W-50)

Fuente: Elaboración Propia

5.7 Indicadores

Para poder elaborar y cumplir las metas establecidas en los planes de mantenimiento en el Laboratorio de Producción es necesario el desarrollo de los indicadores que no permitirá evaluar el desempeño de las máquinas evitando las paradas imprevistas.

Tabla 57

Indicadores de Gestión

INDICADOR	FORMULA	RESPONSABLE	FRECUENCIA	REGISTRO
Disponibilidad de la Máquinas	$D = \frac{\text{T. total de operacion} - \text{horas parada}}{\text{T. total de operacion}} \times 100 \%$		Semestral	Registro de Disponibilidad
Confiabilidad de las Máquinas	$C = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} \times 100 \%$		Semestral	Registro de Confiabilidad
Tiempo Medio entre Fallas	$\text{MTBS} = \frac{\text{Tiempo Total de Operacion}}{\text{Numero de Fallas}}$	Coordinador del Laboratorio de Producción	Trimestral	Registro de Fallas
Tiempo Medio en Reparaciones	$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo Total de Repracion}}{\text{Numero de Fallas}}$		Trimestral	Registro de Fallas
Mantenimiento Autónomo	$\text{MA} = \frac{\text{Mantenimiento Autonomos Realizados}}{\text{Mantenimiento Autonomos Programados}} \times 100 \%$		Mensual	Registro Lubricación Registro de Limpieza Registro de Inspección
Mantenimiento Planificado	$\text{MA} = \frac{\text{Mantenimiento Planificados Realizados}}{\text{Mantenimiento Planificados Programados}} \times 100 \%$		Mensual	Registro Mantenimiento Cronograma de Mtto Orden de Trabajo

Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- Primera:** En el diagnóstico de la situación actual del laboratorio de ingenierías realizado en una institución educativa de nivel superior se encontró que la disponibilidad de las máquinas en el área de tornos es de un 80% en el área de fresadora es de un 53% y en el área de taladros es de un 70% por lo que su confiabilidad de algunas máquinas es muy baja, por lo que se presentan paradas imprevistas, fallas frecuentes con un mayor tiempo de reparación esto es debido a que no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para cada máquina.
- Segunda:** Se identificaron las principales causas del problema utilizando la filosofía del TPM fueron la baja disponibilidad de las máquinas, desgastes de componentes, falta de lubricación, falta de un plan de manteniendo y la falta de un registro historial de las máquinas y en donde se aplicó la metodología Ishikawa con sus respectivas categorías 6m y con la técnica de los 5 porqués en donde se identificaron los principales problemas que se presentan el laboratorio de ingeniería de una institución educativa de nivel superior.
- Tercera:** Unos de los principales problemas identificados que se tiene como consecuencia es por la falta de un plan de mantenimiento, las máquinas se presentan desgastes de los componentes, en algunos casos deteriorados, que se presentan máquinas descalibradas con vibraciones por falta de ajustes y una lubricación inadecuada ocasionando paradas imprevistas por lo que se tienen las máquinas con una baja disponibilidad y confiabilidad reduciendo así la prolongación de vida útil de las máquinas.
- Cuarta:** Dentro de las acciones de mejora de propuesta basada en la filosofía del TPM se han determinado, unos de los principales pilares del TPM es en la aplicación del mantenimiento autónomo con el desarrollo de actividades de lubricación, limpieza, ajustes, inspecciones y reparaciones menores y el mantenimiento planificado con el desarrollo con la planificación de mantenimiento de frecuencia diaria, semanal trimestral, semestral y anual en cada máquina con sus respectivos registro historial y proponiendo un curso capacitación en Mantenimiento Productivo Total TPM.

- Quinta:** Para la evaluación de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo se efectuó en función a la filosofía del TPM, en donde realizó un análisis de las actividades de mantenimiento que se realiza y el porcentaje de disponibilidad de maquinarias del torno, fresadora y taladros por medio de un cuadro comparativo, antes y después del plan de mantenimiento determinándose así la viabilidad de la propuesta.
- Sexta:** Se elaboró el plan de mantenimiento preventivo para los laboratorios de una institución educativa de nivel superior en donde se desarrolló propuestas de mejora en las actividades de mantenimiento autónomo y planificado que son los pilares del TPM, llegando a la conclusión que se tiene con un incremento de porcentaje de disponibilidad de maquinarias, teniendo el 92% en el área de torno, 89% en el área de fresadoras y 93% en el área de taladros.

RECOMENDACIONES

- Primera:** Se recomienda realizar un plan de mantenimiento preventivo para los otros laboratorios de Oleo hidráulica y Neumática, Termofluidos, Robótica, Centro de Diseño, Máquinas Eléctricas, Materiales, Control e Instrumentación Industrial, Control Numérico Computarizado del área ingenierías de una institución educativa de nivel superior basado en la filosofía del TPM para lograr una buena gestión en las máquinas y equipos.
- Segunda:** Se recomienda adquirir un software especializado para la gestión de mantenimiento en donde se permita ejecutar la planificación de mantenimiento, desarrollando los plazos medios entre fallos (MTBF), los plazos medios de reparación (MTTR) y la fecha prevista para el próximo fallo y que se permita automatizar la programación del mantenimiento preventivo
- Tercera:** Se recomienda adquirir un software para la gestión de compras de repuestos y la gestión del almacén en donde se permita disponer de un proveedor de suministros industriales, la selección de stock para el mantenimiento y que se mantenga el inventario actualizado en el almacén.
- Cuarta:** Se recomienda para futuras investigaciones seguir ampliando en otros pilares del TPM y seguir realizando acciones de mejora continua para lograr una mayor efectividad en la gestión de las máquinas y equipos del laboratorio

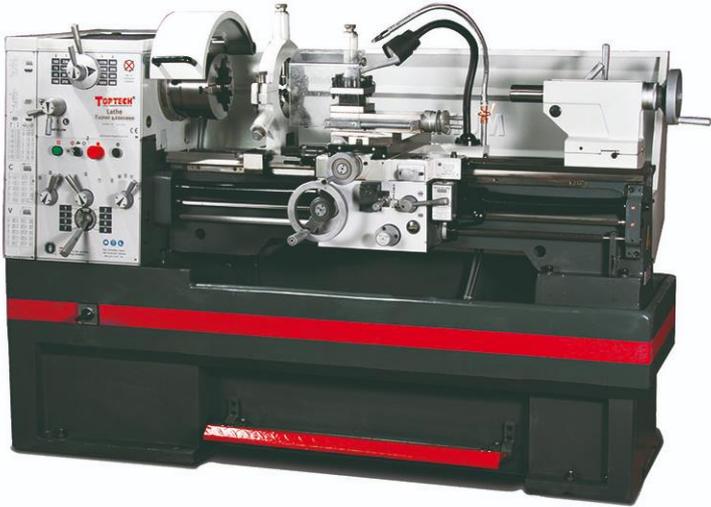
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, R. *Implementación del pilar de mejoras enfocadas basadas en el mantenimiento productivo total en el molino de bolas del área de molienda de una planta concentradora de cobre*. (Título de Ingeniero Industrial). Arequipa: Universidad Continental, 2020. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/8188>
- BELLO, A. *Propuesta de plan de mantenimiento preventivo basado en metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) de refinadores de cobertura de chocolate*. (Doctor en Ingeniería Industrial). Guayaquil: Universidad de Guayaquil, 2018. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/34532>
- BOSCH. *Esmeril de Banco*. 2017. Disponible en: <https://www.bosch-professional.com/pe/es/>
- CALLE, J. *Los 8 Pilares del TPM*. 2020. Disponible en: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/los-8-pilares-del-tpm-1134>
- CÁRCEL, J. *Importancia del mantenimiento, aplicación a una industria textil y su evolución en eficiencia*. 3C Tecnología, [en línea]. Abril, 2019, vol. 8, no 2. Disponible en: https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2019/06/3C-TECNO-ED.-30_VOL.-8_N%C2%BA-2_art-3-1.pdf
- CRESWELL, J. *Research Design, Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Madrid: 5.ª ed. CQ Press, 2017. 304 pp. ISBN-9781506386706
- CAUTRECASAS, L. TORRELL, F. *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*. Madrid: Ed. Profit Editorial, 2010. 495 pp. ISBN-8492956127
- CUATRECASAS, L. *Gestión del Mantenimiento de los Equipos Productivos*. Madrid: Ed. Diaz de Santos, 2010. 47 pp. ISBN-9788499693569
- ESCALANTE, S., y RAMOS, P. *Propuesta de Implementación de un programa de TPM como estrategia competitiva en una empresa manufacturera de revestimiento de caucho*. (Tesis de Ingeniero Industrial). Arequipa: Universidad Católica San Pablo, 2021. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12590/16941>
- GARCIA, S. *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento*. Madrid: Ed. Diaz de Santos, 2019. 320 pp. ISBN- 9788479785772
- GARCIA, M. *Implementación de un plan de gestión de mantenimiento preventivo basado en TPM para aumentar la confiabilidad en las máquinas de la empresa comercial molinera San Luis SAC*. (Tesis de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2018. Obtenido de <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/3953>
- GOMEZ, C. *Mantenimiento Productivo Total. Una visión global*. Ingeniería Técnica Industrial. España: Ed. UPLGC, 2019. 96 pp. ISBN-1446745694

- BUFERNE, J. *Guide de la TPM: Total Productive Maintenance*. Francia: 2.a ed. Francés, 2011. 282 pp. ISBN-2212551886
- INDUSOL. *Torno Paralelo*. 2019. Disponible en: <https://www.indusol.com.pe/maquinas-para-entrenamiento/>
- KERLINGER, F. *Investigación del Comportamiento*. Mexico: 4.ª ed. McGraw Hill, 2002. 850 pp. ISBN-9789701030707
- KNUTH. *Cizalla Electrica*. 2021. Disponible en: <https://www.knuth.com/en-us>
- MAQUINARIA, M. *Maquina de Soldar*. 2019. Disponible en: <https://mpw.cl/producto/soldadora-acdc-cemont/>
- MORA, A. *Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control*. España: ed. Alfaomega, 2009. 528 pp. ISBN-789586827690
- PERU, M. *Compresor de Aire*. 2019. Disponible en: <https://www.mrperu.com.pe/producto/compresor-gx-de-3-hp-a-7-5-hp-compacto-y-de-facil-instalacion/>
- PISTARELLI, J. *Manual de Mantenimiento: Ingeniería, Gestión y Organización*. Argentina: Ed. Buenos Aires, 2010. 696 pp. ISBN- 978-987-05-8420-9
- PROSERMET. *Soldadura Multiprocesos*. 2014. Disponible en: <http://prosermet.com.ar/v2/product-category/equipos-de-soldadura/soldadura-multiproceso/>
- QUISHPE, F. *Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) para la planta de producción de la fábrica de tornillos, pernos y tuercas TOPESA S.A.* (Tesis de Ingeniero Industrial). Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas de Sangolquí-Ecuador, 2016. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/12059>
- SERNA, A. *Implementación de la metodología TPM, apoyo al área de proyectos y puesta en marcha del plan de lubricación en el grupo Sl.* (Tesis de Ingeniero Mecánico), Antioquia: Universidad de Antioquia, 2020. Obtenido de <http://tesis.udea.edu.co/handle/10495/17266>
- TAMAYO, M. *El Proceso de la Investigación Científica*. Mexico: 5.ª ed. Limusa, 2004. 440 pp. ISBN-9786070501388
- TORRES, N. *Propuesta de mejora del proceso de embotellamiento basado en la metodología TPM, para lograr elevar la eficiencia del sistema productivo en el área de envasado en una cervecería.* (Tesis de Ingeniero Industrial). Arequipa: Universidad Tecnológica del Perú, 2018. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2376>

ANEXOS

Anexo 02: Formato Estándar de Limpieza del Torno

		ESTANDAR DE LIMPIEZA			
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA					
MAQUINA:			CODIGO		
					
DATOS DEL PERSONAL ENCARGADO DE MANTENIMIENTO					
OPERADOR		NOMBRE Y APELLIDOS			
JEFE MTTO					
TECNICO					
CONTRATISTA					
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO					
N°	AREA DE LIMPIEZA	ACTIVIDAD	MATERIALES	DURACION	FRECUENCIA
OBSERVACIONES:					

Anexo 03: Formato Estándar de Limpieza de Fresadora

		<h3>ESTANDAR DE LIMPIEZA</h3>			
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA					
MAQUINA:			CODIGO		
					
DATOS DEL PERSONAL ENCARGADO DE MANTENIMIENTO					
OPERADOR		NOMBRE Y APELLIDOS			
JEFE MTTO					
TECNICO					
CONTRATISTA					
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO					
N°	AREA DE LIMPIEZA	ACTIVIDAD	MATERIALES	DURACION	FRECUENCIA
OBSERVACIONES:					

Anexo 04: Formato Estándar de Limpieza del taladro

		<h3>ESTANDAR DE LIMPIEZA</h3>			
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA					
MAQUINA:			CODIGO		
					
DATOS DEL PERSONAL ENCARGADO DE MANTENIMIENTO					
OPERADOR		NOMBRE Y APELLIDOS			
JEFE MTTO					
TECNICO					
CONTRATISTA					
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO					
N°	AREA DE LIMPIEZA	ACTIVIDAD	MATERIALES	DURACION	FRECUENCIA
OBSERVACIONES:					

Anexo 05: Formato Estándar de Lubricación del Torno

 <h1 style="display: inline-block; margin-left: 20px;">ESTANDAR DE LUBRICACION</h1>				
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA TORNO				
MAQUINA:			CODIGO	
      				
DATOS DEL PERSONAL ENCARGADO DE MANTENIMIENTO				
OPERADOR		NOMBRE Y APELLIDOS		
JEFE MTTO				
TECNICO				
CONTRATISTA				
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
N°	AREA DE LUBRICACION	ACTIVIDAD DE LUBRICACION	TIPO DE LUBRICANTE	TIEMPO DE LUBRICACION
CICLO DE LUBRICACION				
N°	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL
OBSERVACIONES:				

Anexo 06: Formato Estándar de Lubricación de la Fresadora

 ESTANDAR DE LUBRICACION				
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA FRESADORA				
MAQUINA:			CODIGO	
				
DATOS DEL PERSONAL ENCARGADO DE MANTENIMIENTO				
OPERADOR		NOMBRE Y APELLIDOS		
JEFE MTTO				
TECNICO				
CONTRATISTA				
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
N°	AREA DE LUBRICACION	ACTIVIDAD DE LUBRICACION	TIPO DE LUBRICANTE	TIEMPO DE LUBRICACION
CICLO DE LUBRICACION				
N°	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL
OBSERVACIONES:				

Anexo 07: Formato Estándar de Lubricación del Taladro

 ESTANDAR DE LUBRICACION				
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA TALADRADORA				
MAQUINA:			CODIGO	
				
DATOS DEL PERSONAL ENCARGADO DE MANTENIMIENTO				
OPERADOR		NOMBRE Y APELLIDOS		
JEFE MTTO				
TECNICO				
CONTRATISTA				
ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO				
N°	AREA DE LUBRICACION	ACTIVIDAD DE LUBRICACION	TIPO DE LUBRICANTE	TIEMPO DE LUBRICACION
CICLO DE LUBRICACION				
N°	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL
OBSERVACIONES:				

Anexo 08: Formato Estándar de Inspección del Torno

 ESTANDAR DE INSPECCION						
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA TORNO						
MAQUINA:						
CODIGO:						
MARCA						
FECHA						
DATOS DEL OPERADOR						
JEFE MTTO						
TECNICO						
CONTRATISTA						
ACTIVIDADES DE INSPECCION						
N°	AREA LUBRICACION	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA ENGRASADO	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA AJUSTE	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA ALINEAMIENTO	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA ELECTRICA	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
OBSERVACIONES:						
SUGERENCIAS:						

Anexo 09: Formato Estándar de Inspección de la Fresadora

 ESTANDAR DE INSPECCION						
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA FRESADORA						
MAQUINA:						
CODIGO:						
MARCA						
FECHA						
DATOS DEL OPERADOR						
JEFE MTTO						
TECNICO						
CONTRATISTA						
ACTIVIDADES DE INSPECCION						
Nº	AREA LUBRICACION	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA ENGRASADO	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA AJUSTE	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA ALINEAMIENTO	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA ELECTRICA	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
OBSERVACIONES:						
SUGERENCIAS:						

Anexo 10: Formato Estándar de Inspección del Taladro

 ESTANDAR DE INSPECCION						
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA TALADRO						
MAQUINA:						
CODIGO:						
MARCA						
FECHA						
DATOS DEL OPERADOR						
JEFE MTTO						
TECNICO						
CONTRATISTA						
ACTIVIDADES DE INSPECCION						
Nº	AREA LUBRICACION	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA ENGRASADO	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA AJUSTE	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA ALINEAMIENTO	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
	AREA ELECTRICA	DIARIO	SEMANAL	SEMESTRAL	ANUAL	
1						
2						
3						
OBSERVACIONES:						
SUGERENCIAS:						

Anexo 11: Formato Estándar de Seguridad del Torno

 ESTANDAR DE SEGURIDAD				
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA TORNO				
MAQUINA:	CODIGO			
 	      			
EPP	<p>¡PRECAUCION! PROYECCION DE PARTICULAS</p> <p>PELIGRO CAIDA DE OBJETOS</p>			
 ES OBLIGATORIO EL USO DE LAS GAFAS	 ES OBLIGATORIO EL USO DE ROPA PROTECTORA	 ES OBLIGATORIO EL USO DE CALZADO DE SEGURIDAD		
RIESGOS DE LA MAQUINA TALADRADORA				
N°	PELIGRO	RIESGO	CAUSAS	MEDIDAS
OBSERVACIONES:				

Anexo 12: Formato Estándar de Seguridad de la Fresadora

 ESTANDAR DE SEGURIDAD				
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA FRESADORA				
MAQUINA:	CODIGO			
	 <p>¡ATENCIÓN! NO UTILICE ESTA MAQUINA SIN ESTAR AUTORIZADO Y CONOCER PERFECTAMENTE SU FUNCIONAMIENTO</p>  <p>PELIGRO DE CORTE Y PUNZAMIENTO</p>  <p>ATENCIÓN CON SUS MANOS</p>  <p>¡PRECAUCION! PROYECCION DE PARTICULAS</p>  <p>PELIGRO CAIDA DE OBJETOS</p>  <p>PELIGRO RIESGO DE ATRAPAMIENTO</p>  <p>PELIGRO RIESGO ELECTRICO</p>			
<p>EPP</p>  <p>ES OBLIGATORIO EL USO DE LAS GAFAS</p>  <p>ES OBLIGATORIO EL USO DE ROPA PROTECTORA</p>  <p>ES OBLIGATORIO EL USO DE CALZADO DE SEGURIDAD</p>				
RIESGOS DE LA MAQUINA FRESADORA				
N°	PELIGRO	RIESGO	CAUSAS	MEDIDAS
OBSERVACIONES:				

Anexo 13: Formato Estándar de Seguridad del Taladro

 ESTANDAR DE SEGURIDAD				
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA FRESADORA				
MAQUINA:	CODIGO			
	 <p>¡ATENCIÓN! NO UTILICE ESTA MAQUINA SIN ESTAR AUTORIZADO Y CONOCER PERFECTAMENTE SU FUNCIONAMIENTO</p>  <p>PELIGRO DE CORTE Y PUNZAMIENTO</p>  <p>ATENCIÓN CON SUS MANOS</p>  <p>¡PRECAUCION! PROYECCION DE PARTICULAS</p>  <p>PELIGRO CAIDA DE OBJETOS</p>  <p>PELIGRO RIESGO DE ATRAPAMIENTO</p>  <p>PELIGRO RIESGO ELECTRICO</p>			
EPP				
 <p>ES OBLIGATORIO EL USO DE LAS GAFAS</p>  <p>ES OBLIGATORIO EL USO DE ROPA PROTECTORA</p>  <p>ES OBLIGATORIO EL USO DE CALZADO DE SEGURIDAD</p>				
RIESGOS DE LA MAQUINA FRESADORA				
N°	PELIGRO	RIESGO	CAUSAS	MEDIDAS
OBSERVACIONES:				

Anexo 16: Formato de Registro de Inspección

		<h3>REGISTRO DE INSPECCION</h3>			
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA					
MAQUINA:	DATOS DEL OPERADOR		NOMBRES Y APELLIDOS		LEYENDA
CODIGO:	JEFE MTTO				B BUEN ESTADO
MARCA	TECNICO				R REGULAR ESTADO
FECHA	CONTRATISTA				M MAL ESTADO
REGISTRO DE INSPECCION					
N°	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	B	R	M	OBSERVACIONES
SUGERENCIA:					
FIRMA:					

Anexo 17: Formato Ficha Técnica del Torno

		FICHA TECNICA	
DATOS TECNICO DE LA MAQUINA			
Maquina:			
Marca:			
N° serie:			
Código:			
Modelo			
Año fab.			
DIMENSIONES			
Peso:			
Alto:			
Ancho:			
Largo:			
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Distancia entre puntas:			
Longitud de bancada:			
Giro sobre bancada con escote:			
Rango de velocidad:			
Rango de rosca en milímetro			
Rango de rosca en pulgadas			
Potencia del motor			
CONDICIONES GENERALES			
Actividad:			
Año de servicio			
Situación actual			
Criticidad			
Ubicación			
Observaciones:			
PARTES PRINCIPALES DE LA MAQUINA			

Anexo 18: Formato Ficha Técnica de la Fresadora

		FICHA TECNICA	
DATOS TECNICO DE LA MAQUINA			
Maquina:			
Marca:			
N° serie:			
Código:			
Modelo			
Año fab.			
DIMENSIONES			
Peso:			
Alto:			
Ancho:			
Largo:			
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Motor conexión total			
Motor husillo vertical			
Motor husillo horizontal			
Velocidad eje principal			
Velocidad eje vertical			
Velocidad eje horizontal			
Dimensiones mesa de trabajo			
CONDICIONES GENERALES			
Actividad:			
Año de servicio			
Situación actual			
Criticidad			
Ubicación			
Observaciones:			
PARTES PRINCIPALES DE LA MAQUINA			

Anexo 19: Formato Ficha Técnica del Taladro

		FICHA TECNICA	
DATOS TECNICO DE LA MAQUINA			
Maquina:			
Marca:			
N° serie:			
Código:			
Modelo			
Año fab.			
DIMENSIONES			
Peso:			
Alto:			
Ancho:			
Largo:			
ESPECIFICACIONES TECNICAS			
Capacidad de perforación			
Rango de velocidad			
Angulo de giro cabezal			
Tamaño de la mesa			
Potencia del motor			
Cono morse			
trasmisión			
CONDICIONES GENERALES			
Actividad:			
Año de servicio			
Situación actual			
Criticidad			
Ubicación			
Observaciones:			
PARTES PRINCIPALES DE LA MAQUINA			

Anexo 20: Formato Registro de Fallas

		<h3>REGISTRO DE FALLAS</h3>						
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA TORNO								
MAQUINA:		DATOS DEL OPERADOR			NOMBRES Y APELLIDOS			
CODIGO:		JEFE MTTO						
MARCA		TECNICO						
FECHA		CONTRATISTA						
HISTORIAL DE FALLAS DE LA MAQUINA								
N°	MAQUINA	REPORTE	MTTO. PREV.	MTTO. CORR.	H. INICIO	H. FIN	ACTIVIDAD	REPUESTO
OBSERVACIONES:								
SUGERENCIAS:								

Anexo 22: Formato Orden de Trabajo del Torno

		ORDEN DE TRABAJO	
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA TORNO			
MAQUINA:			
CODIGO:			
MARCA			
FECHA:			
DATOS DEL OPERADOR			
JEFE MTTO			
TECNICO			
CONTRATISTA			
TIPO DE MANTENIMIENTO			
M. PREVENTIVO		M. CORRECTIVO	
		M. PLANIFICADO	
CAUSA DE LA FALLA			
FECHA Y HORA DE EJECUCION			
F. INICIO		F. TERMINO	
			TIEMPO TOTAL
H. INICIO		H. TERMINO	
ACTIVIDADES A REALIZAR			
AREA:			
OBSERVACIONES:			
SUGERENCIAS:			
FIRMA:			

Anexo 23: Formato Orden de Trabajo de la Fresadora

		<h3>ORDEN DE TRABAJO</h3>	
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA FRESADORA			
MAQUINA:			
CODIGO:			
MARCA			
FECHA:			
DATOS DEL OPERADOR			
JEFE MTTO			
TECNICO			
CONTRATISTA			
TIPO DE MANTENIMIENTO			
M. PREVENTIVO		M. CORRECTIVO	
CAUSA DE LA FALLA			
FECHA Y HORA DE EJECUCION			
F. INICIO		F. TERMINO	
TIEMPO TOTAL			
H. INICIO		H. TERMINO	
ACTIVIDADES A REALIZAR			
AREA:			
OBSERVACIONES:			
SUGERENCIAS:			
FIRMA:			

Anexo 24: Formato Orden de Trabajo del Taladro

		<h3>ORDEN DE TRABAJO</h3>	
DATOS GENERALES DE LA MAQUINA TALADRO DE COLUMNA			
MAQUINA:			
CODIGO:			
MARCA			
FECHA:			
DATOS DEL OPERADOR			
JEFE MTTO			
TECNICO			
CONTRATISTA			
TIPO DE MANTENIMIENTO			
M. PREVENTIVO		M. CORRECTIVO	
		M. PLANIFICADO	
CAUSA DE LA FALLA			
FECHA Y HORA DE EJECUCION			
F. INICIO		F. TERMINO	
			TIEMPO TOTAL
H. INICIO		H. TERMINO	
ACTIVIDADES A REALIZAR			
AREA:			
OBSERVACIONES:			
SUGERENCIAS:			
FIRMA:			

Anexo 25: Formato de Registro de Mantenimiento Autónomo

REGISTRO DE MANTENIMIENTO AUTNOMO						
	AREA TORNOS		AREA FRESADORAS		AREA TALADROS	
						
CALENDARIO PROGRAMACION	MTTO AUTONOMOS PROGRAMADAS	MTTO AUTONOMOS EJECUTADAS	MTTO AUTONOMOS PROGRAMADAS	MTTO AUTONOMOS EJECUTADAS	MTTO AUTONOMOS PROGRAMADAS	MTTO AUTONOMOS EJECUTADAS
Enero						
Febrero						
Marzo						
Abril						
Mayo						
Junio						
Julio						
Agosto						
Setiembre						
Octubre						
Noviembre						
Diciembre						
TOTAL						
AVANCE TOTAL	%		%		%	

Anexo 26: Formato de Registro de Mantenimiento Planificado

REGISTRO DE MANTENIMIENTO PLANIFICADO						
	AREA TORNOS		AREA FRESADORAS		AREA TALADROS	
						
CALENDARIO PROGRAMACION	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES EJECUTADAS	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES EJECUTADAS	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES EJECUTADAS
Enero						
Febrero						
Marzo						
Abril						
Mayo						
Junio						
Julio						
Agosto						
Setiembre						
Octubre						
Noviembre						
Diciembre						
TOTAL						
AVANCE TOTAL	%		%		%	

