



**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Herramientas del planeamiento productivo total para mejorar la eficiencia de  
equipos en una empresa de lavandería

**TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

**AUTOR(ES)**

Encarnacion Serrano, Ricardo Luis  
ORCID: 0000-0003-3724-1222

Ayvar Ascanio, Jesus  
ORCID: 0000-0001-5711-041X

**ASESOR**

Rivera Lynch, César Armando  
ORCID: 0000-0001-9418-5066

**Lima, Perú**

**2022**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos de autores**

Encarnacion Serrano, Ricardo Luis

DNI: 73018232

Ayvar Ascanio, Jesus

DNI: 47599254

### **Datos de asesor**

Rivera Lynch, César Armando

DNI: 07228483

ORCID: 0000-0001-9418-5066

### **Datos del jurado**

#### **JURADO 1**

Saito Silva, Carlos Agustín

DNI: 07823525

ORCID: 0000-0002-8328-5157

#### **JURADO 2**

Falcón Tuesta, José Abraham

DNI: 08183404

ORCID: 0000-0001-9418-5066

#### **JURADO 3**

Oqueliz Martínez, Carlos Alberto

DNI: 08385398

ORCID: 0000-0003-4872-7471

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 2.11.04

Código del Programa: 722026

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a Dios, a mis padres y familiares. Que siempre han estado a mi lado, apoyándome cada día, dándome la fuerza que necesitaba para seguir adelante y la sabiduría para ser cada día mejor persona. Juntos lo lograremos.

Ayvar Ascanio, Jesús

A Dios, a mis padres, hermano, familiares y aquellos que ya se han ido, que han sido razón y motivo para mi desarrollo personal y profesional, este logro es compartido y seguiremos trabajando por muchos más.

Encarnación Serrano, Ricardo

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a nuestros padres por estar siempre alentándonos en todos nuestros proyectos y metas. A nuestros maestros que nos brindaron sus conocimientos, a la Universidad Ricardo Palma en donde desarrollamos nuestras habilidades y sobre todo a Dios por guiarnos en este camino. Por último, agradecer a la empresa Lavandería Centenario EIRL por brindarnos la información necesaria para culminar nuestro proyecto.

Jesús Ayvar y Ricardo Encarnación

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
ABSTRACT.....	ii
INTRODUCCIÓN .....	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 Descripción y formulación del problema general y específico .....	1
1.2 Objetivo general y específico.....	5
1.3 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática .....	6
1.4 Justificación e importancia.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	11
2.1 Antecedentes del estudio de investigación.....	11
2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio.....	19
2.2.1. Mantenimiento productivo total.....	19
2.2.2. Los objetivos del TPM.....	21
2.2.3. Pilares del TPM .....	22
2.2.4. Beneficios del TPM .....	30
2.2.5. Pasos para la implementación del TPM.....	31
2.2.6. Implementación del TPM .....	36
2.2.7. Las seis grandes pérdidas del TPM.....	37
2.2.8. Tpm factores humanos .....	39
2.2.9. Barreras al implementar tpm.....	40
2.2.10. Tipos de mantenimiento .....	41
2.2.11. Concepto sobre la eficiencia global de los equipos.....	42
2.2.12. Matriz de habilidades.....	43
2.3 Definición de términos básicos .....	45
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS .....	48
3.1. Hipótesis.....	48
3.1.1. Hipótesis general.....	48
3.1.2. Hipótesis específicas.....	48
3.2. Variables .....	48
CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO .....	50
4.1. Tipo y nivel .....	50
4.2. Diseño de la investigación .....	50

4.3. Población y muestra .....	51
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
4.4.1. Técnicas e instrumentos.....	53
4.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos.....	55
4.4.3. Procedimientos para la recolección de datos .....	56
4.5. Técnicas para procesamiento y análisis de la información .....	56
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	58
5.1. Diagnóstico y situación actual .....	58
5.1.1. Antecedentes.....	58
5.1.2. Generalidades.....	59
5.2. Presentación de Resultados .....	61
5.3. Análisis de resultados.....	90
CONCLUSIONES .....	109
RECOMENDACIONES.....	110
REFERENCIAS.....	111
ANEXOS .....	116
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	116
Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables.....	117
Anexo 3: Permiso de la empresa Lavandería Centenario EIRL .....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de causas (21 de Marzo 2022 – 1 de Mayo 2022).....	4
Tabla 2: Pasos del Mantenimiento Autónomo.....	27
Tabla 3: Mantenimiento de Calidad.....	29
Tabla 4: Los doce pasos del nuevo programa TPM.....	32
Tabla 5: Codificación de las 6 grandes pérdidas y sus rasgos .....	39
Tabla 6: Unidad de análisis y Muestra PRE y POST por cada una de las variables .....	53
Tabla 7: Técnicas e instrumentos.....	55
Tabla 8: Técnicas de procedimientos y análisis de datos .....	57
Tabla 9: Formato de registro de la disponibilidad de las lavadoras Extract UWT045N2 .....	62
Tabla 10: Tiempo de paradas no planificadas Pre Test .....	63
Tabla 11: Disponibilidad Pre Test .....	64
Tabla 12: Número de paradas no planificadas del equipo Extract UWT05N2 Pre Test	65
Tabla 13: Fallas de cada semana del equipo Extract UWT05N2 CH7 Pre Test .....	65
Tabla 14: Formato del análisis de averías para los equipos.....	67
Tabla 15: Formato de documentación de tiempos luego de implementar las soluciones	70
Tabla 16: Cálculo de disponibilidad de los equipos – Post Test .....	71
Tabla 17: Disponibilidad Post Test.....	72
Tabla 18: Formato de registro de los tiempos de paros por falta de limpieza de las lavadoras .....	73
Tabla 19: Tiempo de paradas no planificadas Pre Test .....	74
Tabla 20: Plan de mantenimiento del equipo Extract UWT045N2 .....	79
Tabla 21: Formato para realizar un mantenimiento autónomo para los equipos Extract UWT045N2 .....	80
Tabla 22: Tiempo de paradas no planificadas Post Test.....	81
Tabla 23: Formato de registro de tiempo de fallas por errores humanos en los equipos de lavado.....	82
Tabla 24: Tiempo de paradas por errores humanos Pre Test.....	84
Tabla 25: Matriz de habilidades para el puesto de lavadero al agua .....	88
Tabla 26: Tiempo de paradas por errores humanos Post Test .....	90
Tabla 27: Resumen de resultados .....	90
Tabla 28: Valores de la primera variable dependiente - Pre Test.....	92

Tabla 29: Valores de la primera variable dependiente - Post Test .....	93
Tabla 30: Valores Pre Test y Post Test obtenidos - Primera hipótesis .....	95
Tabla 31: Estadísticos descriptivos - Primera hipótesis específica.....	97
Tabla 32: Valores de la segunda variable dependiente - Pre Test .....	97
Tabla 33: Valores de la segunda variable dependiente - Post Test.....	98
Tabla 34: Valores Pre Test y Post Test obtenidos - Segunda hipótesis .....	100
Tabla 35: Estadísticos descriptivos - Segunda hipótesis específica .....	102
Tabla 36: Valores de la tercera variable dependiente - Pre Test .....	102
Tabla 37: Valores de la tercera variable dependiente - Post Test.....	103
Tabla 38: Valores Pre Test y Post Test obtenidos - Tercera hipótesis .....	105
Tabla 39: Estadísticos descriptivos - Tercera hipótesis específica .....	107
Tabla 40: Resultados de pruebas de normalidad .....	108
Tabla 41: Análisis de resultados .....	108
Tabla 42: Descripción de procesamiento de datos.....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación del diagrama causa-efecto de la empresa Lavandería Centenario EIRL.....	4
Figura 2: Diagrama de Pareto .....	5
Figura 3: Ubicación de la empresa .....	6
Figura 4: Ubicación detallada de la planta de la Lavandería Centenario EIRL .....	6
Figura 5: Delimitación temporal de la investigación.....	7
Figura 6: Significado TPM .....	21
Figura 7: Pilares del TPM.....	22
Figura 8: Ciclo PHVA .....	23
Figura 9: Proceso Kobetsu Kaizen.....	24
Figura 10: Solapamiento de actividades de pequeños grupos .....	33
Figura 11: Ejemplo de política y objetivos TPM básicos.....	34
Figura 12: Gráfico de las seis Grandes Pérdidas .....	38
Figura 13: Ubicación detallada de la planta de la Lavandería Centenario EIRL .....	58
Figura 14: Pasos del análisis de averías.....	64
Figura 15: Pasos del mantenimiento autónomo .....	75
Figura 16: Equipo Extract UWT045N2.....	76
Figura 17: Limpieza de ingreso de detergente.....	77
Figura 18: Limpieza de Tambor de lavadora.....	77
Figura 19: Dimensiones de lavadora Extract UWT045N2.....	78
Figura 20: Pasos de la matriz de habilidades .....	84
Figura 21: Aplicación de pruebas en variable cuantitativa.....	91
Figura 22: Resultado de la prueba de normalidad Pre Test - Primera hipótesis.....	93
Figura 23: Resultado de la prueba de normalidad Post Test - Primera hipótesis .....	94
Figura 24: Resultado de la estadística de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Primera hipótesis.....	96
Figura 25: Resultado de la prueba de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Primera hipótesis .....	96
Figura 26: Resultado de la prueba de normalidad Pre Test - Segunda hipótesis.....	98
Figura 27: Resultado de la prueba de normalidad Post Test - Segunda hipótesis .....	99
Figura 28: Resultado de la estadística de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Segunda hipótesis .....	101

Figura 29: Resultado de la prueba de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Segunda hipótesis .....	101
Figura 30: Resultado de la prueba de normalidad Pre Test - Tercera hipótesis .....	103
Figura 31: Resultado de la prueba de normalidad Post Test - Tercera hipótesis.....	104
Figura 32: Resultado de la estadística de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Segunda hipótesis .....	106
Figura 33: Resultado de la prueba de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Segunda hipótesis .....	106

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación muestra los principales problemas identificados en el área de lavado de la empresa materia del presente estudio, la misma que es una organización del rubro de lavado de todo tipo de prenda de vestir. Ante ello se identificó que, mediante la aplicación de herramientas TPM, que es el trabajo de implementar un plan de mantenimiento productivo total, con lo cual se pretende mantenerlos en funcionamiento y prolongar su vida útil de cada uno de los equipos, con el fin de aumentar la disponibilidad de los equipos de lavado.

El objetivo principal de esta investigación planteó la aplicación de herramientas TPM para mejorar la eficiencia de los equipos de lavado de la empresa. Para poder cumplir con el objetivo, se establece un marco metodológico para alcanzar los objetivos, estableciendo enfoques cuantitativos, tipos de investigación aplicada, niveles de investigación explicativa y diseños de investigación experimental cuasi-experimental. Se planteó una propuesta de aplicación de herramientas de TPM en la cual se utilizaron herramientas como el análisis de averías para incrementar la disponibilidad, un plan de mantenimiento autónomo para reducir los tiempos de paradas no planificadas por falta de limpieza y la matriz de habilidades para reducir los tiempos de las fallas por errores humanos.

Con esta propuesta se espera mejorar la eficiencia de los equipos de una empresa de lavandería. Se logró reducir el tiempo de inactividad de los equipos, teniendo como resultado un 34.01% de disponibilidad, 18.80% por falta de limpieza y 12.94% por fallas por errores humanos.

Es importante para la empresa la aplicación del TPM, ya que permitió que se mejore la eficiencia de los equipos y al mismo tiempo adquirir un costo beneficio para la empresa.

**Palabras Claves:** Plan de mantenimiento autónomo, análisis de averías, matriz de habilidades, disponibilidad.

## **ABSTRACT**

This research work shows the main problems identified in the laundry area of the company that is the subject of this study, which is an organization in the laundry category for all types of clothing. Given this, it was identified that, through the application of TPM tools, which is the task of implementing a total productive maintenance plan, with which it is intended to keep them in operation and prolong their useful life of each of the equipment, in order to increase the availability of washing equipment.

The main objective of this research raised the application of TPM tools to improve the efficiency of the company's washing equipment. In order to meet the objective, a methodological framework is established to achieve the objectives, propose quantitative approaches, types of applied research, levels of explanatory research and quasi-experimental experimental research designs. A proposal for the application of TPM tools was proposed in which tools such as breakdown analysis were used to increase availability, an autonomous maintenance plan to reduce unplanned downtime due to lack of cleaning and the skills matrix to reduce failure times due to human error.

With this proposal it is expected to improve the efficiency of the equipment of a laundry company. Equipment downtime will be reduced, resulting in 34.01% availability, 18.80% due to lack of cleanliness, and 12.94% due to failures due to human error.

The application of the TPM is important for the company, since it allows the efficiency of the equipment to be improved and at the same time it acquires a cost benefit for the company.

**Keywords:** Autonomous maintenance plan, breakdown analysis, skills matrix, availability.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación busca mejorar la eficiencia de los equipos mediante la implementación de las herramientas del TPM para mejorar la eficiencia de los equipos en una empresa de lavandería.

Los objetivos de esta investigación son la aplicación de un análisis de averías el cual servirá para aumentar la disponibilidad de los equipos de la empresa, implementar un mantenimiento autónomo para así reducir los tiempos de paradas no planificadas por falta de limpieza de los equipos y finalmente la aplicación de una matriz de habilidades para así reducir los tiempos de las fallas por errores humanos de los equipos de una empresa de lavandería.

Este estudio surge por la necesidad y evidencia de dar solución a los problemas identificados en la empresa objeto de este estudio, y ante esto, la tecnología industrial que plantea una propuesta que nos permitirá dar solución a los problemas identificados aprendido a través de la profesión de una persona.

El desarrollo de la investigación se divide en cinco (5) capítulos, los cuales se detalla a continuación:

En el primer capítulo se presenta el Planteamiento del Problema, se amplía y explica el problema, así como también plantea el objetivo general y específico, la justificación e importancia de la investigación, lo que permite identificar las causas y las consecuencias de los problemas identificados.

En el segundo capítulo se desarrolla el Marco Teórico, se detalla los antecedentes de la investigación, casos parecidos en los cuales se haya visto involucrado las herramientas de TPM, tanto en el ámbito nacional como en el internacional tomando como referencia tesis y libros, así como la validación del marco teórico el cual está relacionado con las metodologías y las variables involucradas en el presente estudio, que permitan comprender mejor la problemática.

En el tercer capítulo se desarrolla el Sistema de hipótesis, en el cual se detalla todo lo que se refiere a la hipótesis la cual se encuentra alineada a los problemas y objetivos, también se describió las variables e indicadores.

En el cuarto capítulo se desarrolla la Metodología de la Investigación, en el que se plantea la metodología que puede ser abordada en el estudio, estableciendo el enfoque, tipo, nivel y el diseño de investigación, realizándose la prueba empírica para la recopilación, análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Se describió la población y muestra, seguidamente el tipo de muestra.

En el quinto capítulo se desarrolla la Presentación y Análisis de resultados. Enfoque de solución, cuyos capítulos se subdividen y describen en general la metodología de solución, incluida la identificación de problemas, el análisis de las causas y efectos de estos problemas, la identificación de objetivos y los enfoques de soluciones alternativas. A continuación, se detallan paso a paso las características de la propuesta de solución que posibilitan el logro de la meta propuesta, y finalmente se presenta el diseño de la solución y se muestra un panorama general de lo que realmente se hace para lograr la decisión. Se detalló el análisis del pre prueba y el pos prueba.

Finalmente, los resultados de este estudio pretenden servir como referencia para futuras investigaciones sobre las herramientas del TPM.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción y formulación del problema general y específico**

En la actualidad el servicio de lavandería es una actividad que se encuentra muy demandada, principalmente debido a la gran cantidad de edificios que se han ido construyendo al pasar los años en cada ciudad tanto así que algunos no poseen un sector de lavandería y otros por el tipo de prenda que tienen deben mandarlo a una lavandería para realizar su tratamiento necesario o que requiera el cliente, a su vez que muchas personas desean emprender en este rubro por la demanda que este tiene y aún más por la pandemia producto del Covid-19 este rubro se vio en aumento por el lavado de ropa hospitalaria el cual requiere todo un proceso de cuidado, higiene y protocolos para su proceso y para esto hay diferentes empresas que venden la maquinaria necesaria para que una persona empiece su propia empresa de lavandería, una de las que podríamos nombrar sería Serfac el cual es una empresa con muchos años en el Perú dedicándose a la venta de maquinaria para lavandería ya sea lavadoras, secadoras o vaporetas semi industrial o industrial para todo tipo de cliente o empresa ya sea hoteles, clínicas, minas lavanderías, restaurantes etc. Ya que trabaja con marcas muy reconocidas como Electrolux y Ghibli ofreciendo a su vez un soporte técnico constante una capacitación para el personal que usará dicha maquinaria.

La empresa denominada Lavandería Centenario EIRL. Es una empresa dedicada al lavado de todo tipo de prendas de vestir dando este servicio en las múltiples tiendas que tiene en diferentes distritos, así como también dando servicio de lavado a otras lavanderías pequeñas de la zona, El área en la cual se desarrollará dicha investigación es el área de lavado al agua el cual cuenta con 7 lavadoras de las cuales 5 son de 73 kg y los otros 2 modelos de menor capacidad de uso.

Debido a la alta demanda que tiene la empresa por temporadas en los meses Mayo - octubre del año las máquinas que son usadas para dicho fin tienen una mayor demanda de uso por el volumen de ropa que llega y tienen que procesar, para cumplir con los servicios a los diferentes clientes con los que cuentan, por lo cual los equipos tienen que funcionar sin parar durante toda la jornada de trabajo excepto horario de refrigerio del personal y desde ahí hasta la hora de cierre.

El proceso actual por el cual se maneja en la lavandería es el siguiente:

- ❖ Recepción de la prenda: En el cual el encargado de recepción revisa la prenda que llega de manera minuciosa ya que por cualquier desperfecto de la misma, manchas, huecos, tinte, tipo de tela etc. puede tener cualquier tipo de reacción a la hora del proceso de lavado.
  - ❖ Desmanchado: el encargado de planta realiza una limpieza de todas las manchas que la prenda pueda tener mediante uso de diferentes químicos (PIRATEX, STREETEX, STREETAN etc.) que no puedan salir en el proceso de lavado.
  - ❖ Prelavado: el encargado del área de lavado realiza un lavado a mano de la prenda en las áreas donde esté con mayor suciedad y que la máquina no pueda realizarlo de forma eficiente.
  - ❖ Lavado: en el cual se ingresa la prenda a la máquina y este empieza su ciclo de lavado el cual tiene un tiempo aproximado de 15 min el cual en cada ciclo que tiene se le va ingresando los diferentes productos que éste requiera, así como lejía, lejía color, suavizante, detergente así hasta que termine su proceso.
- Luego de todo el ciclo por el cual pasa las prendas se deja las máquinas tal como están sin ninguna revisión detallada de cómo se deja el equipo, luego de la jornada de trabajo es por ellos que luego de un cierto tiempo de uso de los equipos empiezan a presentar una serie de problemas como cualquier equipo de uso cotidiano el cual si no se le hace un mantenimiento o limpieza este empieza a realizar fallos en su programación o paradas imprevistas el cual detiene toda la línea de producción el cual se detalla de forma general en el siguiente diagrama de Ishikawa (Ver Figura 1) todos los problemas que puede causar una baja eficiencia de los equipos que afecte el proceso de lavado ocasionado demoras en este y por concluyente una disminución de los ingresos de la empresa. Luego de analizar los múltiples factores que pueden causar dicho problema se dio importancia a tres puntos clave para una mejora mediante herramientas de TPM el cual son el tema de desarrollo de dicha investigación:

#### 1. Disponibilidad

Al suceder múltiples inconvenientes con los equipos en este caso lavadoras al agua el cual causa sus paros la disponibilidad de la maquinaria disminuye ya al no tener una máquina más en la planta las otras lavadoras que tiene disponibles

deben cargar con trabajo adicional por la máquina averiada y a su vez retrasando todo el proceso de producción de la empresa. Al realizar un análisis de averías se tendrá un panorama más claro de las fallas que pueden causar el paro de la máquina, así como posibles fallas que puedan suceder en un futuro para así tener un plan de respaldo cuando este suceda o planear un mantenimiento periódico cada cierto tiempo para que el lavado no sufra de problemas en el futuro.

## 2. Paros por falta de limpieza

A veces los paros de las máquinas puede suceder por algo tan simple como una falta de limpieza e inspección antes y luego de cada jornada de trabajo esto puede suceder por ejemplo que los filtros se tapan, cambio de faja por desgastes o algo tan simple como que algún detalle de una prenda (botón, gancho, etc.) que se salió por la fuerza de la centrifuga obstruya el ducto y haces que se pare de forma inmediata hasta que cualquier problema que suceda se solucione inmediatamente para lo cual se desea implementar un mantenimiento autónomo que logre que todos estos detalles por más pequeño o complejo pueda ser uno mismo pueda realizarlo y proveer futuras fallas que puedan pasar.

## 3. Fallas por errores humanos

También las fallas pueden ocurrir por el mismo error humano es decir una mala manipulación del equipo, mala codificación del mismo para cada ciclo de lavado, mal uso de algún implemento o químico el cual cause un fallo del equipo y un posible paro hasta que un técnico venga a revisar el equipo es por ellos que mediante un matriz de habilidades se quiere elegir de forma más adecuada el personal para la manipulación de cada lavadora con experiencia, conocimiento en el rubro y con habilidad para que se desenvuelva bien en la empresa dando así una reducción de posibles fallos que pueda causar una mala manipulación del equipo.

En la siguiente figura se muestra la identificación de problemas

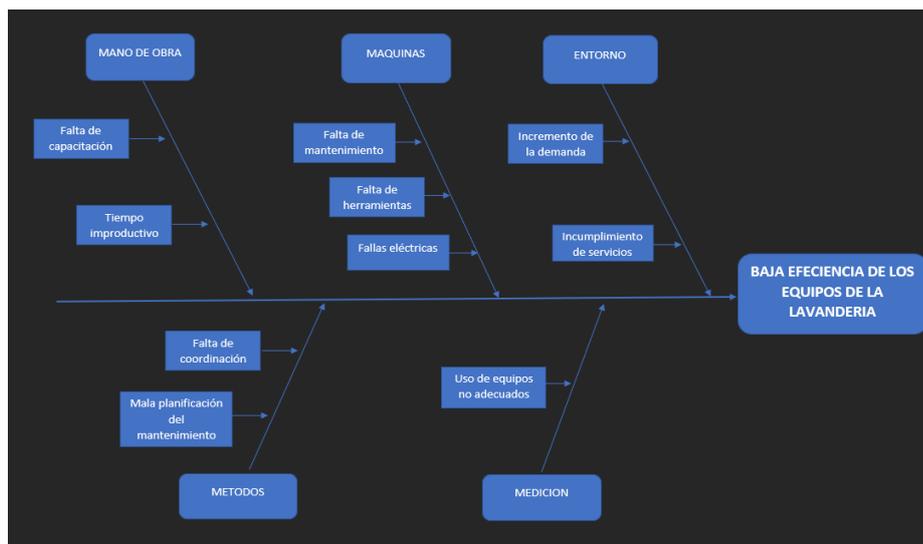


Figura 1: Representación del diagrama causa-efecto de la empresa Lavandería Centenario EIRL  
Fuente: Elaboración: propia

Luego de analizar el diagrama de causa – efecto (Ishikawa), se realizó un diagrama de Pareto en donde se logra identificar las tres principales causas raíces de la ineficiencia de los equipos de lavadora.

Las causas principales de la baja eficiencia de los equipos de lavadora (ver Tabla 1):

- A) Falta de mantenimiento (37 %).
- B) Falta de limpieza (23 %).
- C) Uso de equipos no adecuados (20 %).

Tabla 1: Cuadro de causas (21 de Marzo 2022 – 1 de Mayo 2022)

Causas	Frecuencia	Total, acumulado.	Composición porcentual (%)	Porcentaje acumulado. (%)
Falta de mantenimiento	13	13	37.14	37.14
Falta de limpieza	8	21	22.86	60.00
Uso de equipos no adecuados	7	28	20.00	80.00
Falta de capacitación	4	32	11.43	91.43
Falta de coordinación	3	35	8.57	100.00
Total	35		100.00	

Fuente: elaboración propia

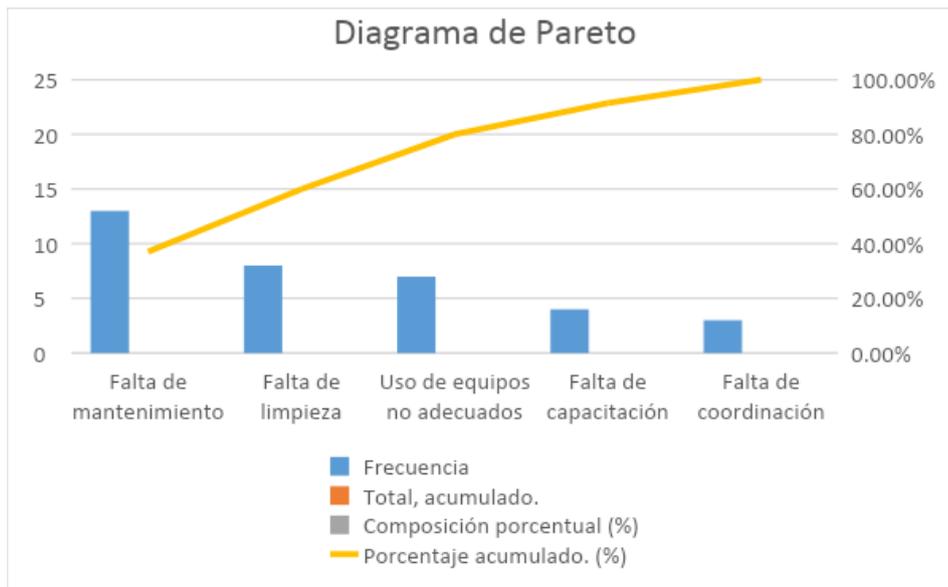


Figura 2: Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración: propia

### 1.1.1. Problema general

¿Cómo mejorar la eficiencia de los equipos en una empresa de lavandería?

### 1.1.2. Problemas específicos

- a) ¿Cómo mejorar la disponibilidad de los equipos en una empresa de lavandería?
- b) ¿Cómo reducir los paros no planificados de los equipos por falta de limpieza en una empresa de lavandería?
- c) ¿Cómo reducir las fallas por errores humanos en los equipos de una empresa de lavandería?

## 1.2 Objetivo general y específico

### 1.2.1 Objetivo general

Aplicar las herramientas TPM para mejorar la eficiencia de los equipos en una empresa de lavandería.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) Aplicar un análisis de averías para mejorar la disponibilidad de los equipos de una empresa de lavandería.

- b) Aplicar un mantenimiento autónomo para reducir los paros no planificados de los equipos por falta de limpieza en una empresa de lavandería.
- c) Aplicar una matriz de habilidades para reducir las fallas por errores humanos en los equipos de una empresa de lavandería.

### 1.3 Delimitación de la investigación: temporal, espacial y temática

#### 1.3.1 Delimitación espacial

El presente trabajo de investigación se llevará a cabo dentro del área de lavado al agua de la empresa denominada Lavandería Centenario EIRL en su planta ubicada en la Av. José Leguía y Meléndez 1384 Pueblo Libre, Lima (Ver Figuras 2 y 3)

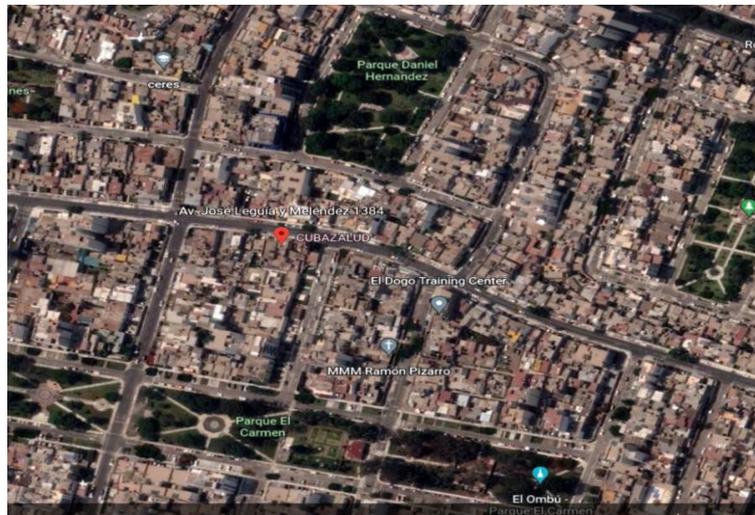


Figura 3: Ubicación de la empresa

Fuente: Google earth

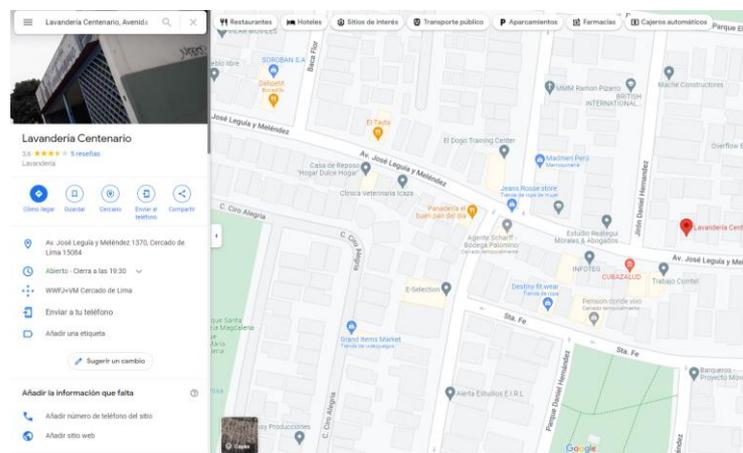


Figura 4: Ubicación detallada de la planta de la Lavandería Centenario EIRL

Fuente: Google maps

### 1.3.2 Delimitación temporal

La investigación utiliza información y datos registrados de la empresa para lo cual se dividirá en tres fases mostradas en la siguiente figura. Marzo a agosto del 2022. (Ver Figura 5)

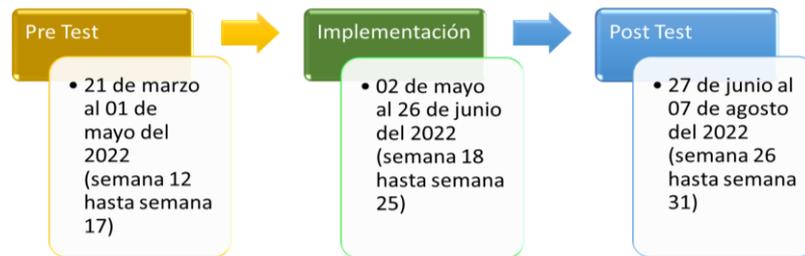


Figura 5: Delimitación temporal de la investigación

Fuente: Elaboración propia

### 1.3.3 Delimitación teórica

La presente investigación se basará en la implementación de las herramientas del planeamiento productivo total (TPM).

## 1.4 Justificación e importancia

### 1.4.1 Importancia del estudio

El presente estudio nos ayudará a mejorar los procedimientos de la empresa con respecto al tiempo de inactividad de los equipos que está ocurriendo en los últimos años. Con la implementación de herramientas TPM lograra que la empresa en estudio tenga una mejor eficiencia con los equipos que tiene mediante diferentes análisis que se realizará a lo largo del proyecto como por ejemplo el análisis de averías el cual nos brindara un mayor alcance de todos los tipos de problemas que suceden en el proceso del lavado y en si en la máquinas dando a conocer si es algo que uno mismo pueda solucionar mediante una capacitación o entrenamiento al personal o si requiere de un técnico más profesional al campo eléctrico.

Se plantea este trabajo de investigación con la finalidad de demostrar que la implementación de herramientas TPM ayudara a disminuir el tiempo de inactividad de los equipos.

Todos estos aspecto que se estudiarán de la empresa incluyendo los tiempo que tiene de para conocer los planes de acción que serán ejecutar para la mejoría de la industria, así como la efectividad y disponibilidad de los equipos será mucho

mayor, beneficiando a la empresa en el aspecto económico ya que al tener más disponibilidad de maquinaria tendrá más ingresos de servicios.

A nivel académico la importancia de las herramientas TPM busca cero caídas en producción en este caso en el servicio que brinda la empresa, cero defectos, cero accidentes para los trabajadores ya que tiene una mayor capacidad de uso logrando que el periodo de operación mejore, una mayor productividad al tener todos los equipos disponibles el pocas palabras las herramientas TPM busca tener las máxima eficiencia posible que pueda tener una empresa en todo sus sistema de producción que este tenga.

#### 1.4.2 Justificación del estudio

##### ✓ Justificación teórica

“La justificación teórica va ligada a la inquietud del investigador por profundizar los enfoques teóricos que tratan el problema que se explica, a fin de avanzar en el conocimiento en una línea de investigación”. (Novoa y Villagómez. 2014)

El presente trabajo de investigación se lleva a cabo porque se ha demostrado que hay un alto costo en el mantenimiento y en el tiempo de entrega de repuestos de equipos, este estudio tiene por finalidad la implementación de herramientas TPM que puede ayudar a reducir el tiempo de inactividad, y permita conocer el estado actual y la ubicación de los equipos propios y alquilados.

##### ✓ Justificación metodológica

“Una investigación se justifica metodológicamente cuando se propone o desarrolla un nuevo método o estrategia que permita obtener conocimiento válido o confiable”. (Bernal. 2010)

En este trabajo de investigación se utilizan técnicas y herramientas de investigación para recolectar datos, tales como: análisis de averías para determinar por qué los equipos de lavandería están experimentando varios problemas o baja disponibilidad.

##### ✓ Justificación práctica

“Se considera que una investigación tiene justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo”. (Bernal, 2010, p. 122).

El estudio está enfocado a la implementación y utilización de las herramientas TPM para el correcto mantenimiento preventivo, teniendo como objetivo el control total de los componentes de estos equipos.

✓ Justificación económica

“Una investigación debe justificar si podrá recuperarse el dinero que se invierte durante su proceso”. (Baena, 2017, pág. 74).

El propósito del presente estudio es que la empresa mejore la eficiencia de los equipos logrando una mayor productividad de las actividades de servicios por ende esto mejora las utilidades de la empresa mejorando sus servicios, calidad y una mejor conformidad de los clientes. Justificación social.

✓ Justificación legal

Todos los procesos aplicativos referente al mantenimiento a equipos industriales está comprometido y resguardado por la SUNAFIL e INDECI para salvaguardar la integridad de los empleados. Por consiguiente este trabajo de investigación justifica de forma legal tener los certificados que verifiquen la manutención precisada y periódica de las maquinarias como compresoras, calderos, subestaciones eléctricas y otros.

✓ Justificación social

“Toda investigación debe tener cierta relevancia social, logrando ser trascendente para la sociedad y denotando alcance o proyección social”. (Arias. 2012)

El presente trabajo, ofrece un mejor control dentro del área de selección del personal ya que mediante la matriz de habilidades damos a conocer qué capacidades necesita el operario como mínimo para una correcta manipulación de los equipos el cual por consiguiente reducirá de manera efectiva los paros de estos mejorando su disponibilidad para su próximo uso.

✓ Justificación ecológica

El propósito del presente estudio es que la empresa tenga en cuenta la seguridad y el cuidado del medio ambiente, lo que asegura la reducción del riesgo de impacto ambiental de los equipos y de las acciones de mantenimiento.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del estudio de investigación

#### 2.1.1. Antecedentes nacionales

- a) APLICACIÓN DEL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE TINTORERÍA DE TELAS EN LA EMPRESA TEXTILES CAMONES (Colonia, 2017).

Colonia (2017) en su investigación titulada “Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el área de tintorería de telas en la empresa textiles camones” Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad César Vallejo, tenía como objetivo mejorar la productividad del área de tintorería, esta baja productividad se debe principalmente a que 11 máquinas fallan continuamente. Esto conduce a un aumento de los recursos utilizados para el proceso de producción y, en ocasiones, provoca retrasos en la entrega de los pedidos.

Debido al elevado número de averías de las máquinas por hora, la producción se paraliza. TPM mejorará las operaciones de las máquinas (SIC) al vincular la producción con el mantenimiento, por lo que establece acciones preventivas y de mantenimiento realizadas por el operador automatizado para mejorar las situaciones de las máquinas (Colonia, 2017).

Arribaron a las siguientes conclusiones

1. La productividad en el área de tintorería de tejidos de la Empresa Textil Camones cambió de un rendimiento antes del 68,37% al 85,56% después de la implementación. generando un aumento de 17,19%.
2. Mejoró la eficiencia en el área de tintorería de Tela de 79.2% (pre-implementación) a un 94.2% (post-implementación), para un incremento de 15%. La eficiencia en el área de tintorería de telas mejoró del 86,9% antes de la ejecución al 91,1% después de la implementación, un aumento del 4.2%. (Colonia, 2017)

Este estudio está relacionado con el tema de investigación en términos de mi uso del mantenimiento de la productividad total (TPM) y el desarrollo de estas transformándolos en mejoras. En tal sentido, que la herramienta ayudará en dicho estudio resulta importante para su aplicación en la presente investigación, por lo que, se tendrán en cuenta para ser adaptados en nuestro tema de estudio.

- b) APLICACIÓN DEL TPM PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE SPOOLS DE LA EMPRESA FIMA S.A EN EL AÑO 2017 (Ushiñahua, 2017).

Ushiñahua (2017) en su investigación titulada “Aplicación del TPM para Mejorar la productividad en la línea de Producción de Spools de la empresa FIMA S.A en el año 2017” Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad César Vallejo tenía como objetivo general de dicha investigación, la mejorar de la productividad de la línea de producción de bobinas en FIMA S.A y más específicamente, cómo la aplicación de TPM mejora la eficiencia en la línea de producción de bobinas en FIMA S.A y determinar cómo el uso de herramientas TPM mejora efectivamente la productividad en la producción de bobinas FIMA S.A. Porque según la observación, la baja productividad se debe principalmente al continuo tiempo de inactividad de la máquina, el retrabajo y los productos defectuosos, lo que genera pérdidas de dinero para la empresa. La aplicación TPM se centrará en la máquina Vernon utilizada para fabricar bobinas. Durante el desarrollo de la tesis se demostró que la implementación del Mantenimiento Total (TPM) mejora la productividad en la línea de producción de bobinas de FIMA S.A. durante y posterior a su aplicación (Ushiñahua, 2017).

Arribaron a las siguientes conclusiones:

1. La productividad de la línea de producción de Bobinas de la empresa Fima S.A ha aumentado un 15% tras la implantación del TPM. Así lo demuestra Vásquez (2015), quien señaló en su propuesta de investigación para incrementar la productividad del proceso de fabricación de cartuchos de medidores de energía monofásicos en metalurgia CERINSAE.I.R.L.
2. Aplicando Overall Equipment Efficiency (OEE), teniendo en cuenta trabajos anteriores, en su tesis concluyó que como resultado de adoptar la filosofía de implementación de TPM, la productividad aumentó en un 27,27%. (Ushiñahua, 2017)

Este estudio está relacionado con el tema del estudio en el sentido de que utilizó la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el desarrollo de estas transformándolos en mejoras. En tal sentido, que la herramienta ayudará en dicho estudio resulta importante para su aplicación en la presente investigación, por lo que, se tendrán en cuenta para ser adaptados en nuestro tema de estudio.

c) PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DEL ÁREA DE HILANDERÍA EN LAS ETAPAS DE PREHILADO PARA UNA EMPRESA TEXTIL BASADO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE TPM (Gamarra, 2018).

Gamarra (2018) en su investigación titulada “Propuesta de Mejora en la Gestión de Mantenimiento del área de Hilandería en las etapas de Prehilado para una Empresa Textil basado en la implementación de TPM” en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, nos comenta que la disponibilidad actual de las máquinas en la zona de Preparatoria Hilandería de la empresa viene afectada debido a la presencia de fallas y averías en los equipos, y a la poca velocidad de respuesta en su atención por parte del área de Mantenimiento, generando un impacto económico significativo y un elevado número de horas en paralizaciones. La empresa en estudio viene gastando un promedio de S/. 370,000 al año por costos de mantenimiento correctivo para dar solución a las fallas que se presentan en las máquinas, las cuales generan alrededor de 6,119 horas en paralizaciones para la zona de Preparatoria Hilandería y afectan directamente a la disponibilidad de los equipos. Durante los últimos 12 meses, la disponibilidad en máquinas ha disminuido hasta llegar a ser de 90% para ciertos equipos. Una vez identificados los costos de implementación y beneficios que se pretende obtener, se realizó una validación de la propuesta de solución, en la que se propuso realizar un proyecto piloto dentro del área en estudio. Asimismo, se recopiló resultados por un periodo de tres meses, obteniendo hasta el 26% de recuperación de horas por paralizaciones (Gamarra, 2018).

Arribaron a las siguientes conclusiones

1. El 26% de recuperación representa alrededor de 26.000 soles en los productos que se están fabricando, lo que beneficia a la empresa y se espera que se sostenga en los próximos meses. Se logrará una recuperación a mediano plazo de los invertidos en esas mejoras. (Gamarra, 2018)

Este estudio está relacionado con el tema del estudio en el sentido de que utilizó la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el desarrollo de estas transformándose en mejoras. En tal sentido, que la herramienta ayudará en dicho estudio resulta importante para su aplicación en la presente investigación, por lo que, se tendrán en cuenta para ser adaptados en nuestro tema de estudio.

d) PROPUESTA DE MEJORA APLICANDO TPM EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MONTALVÁN VERÁSTEGUI SAC (Victorio, 2019)

Victorio (2019), en su investigación titulada “Propuesta de mejora aplicando TPM en el área de producción de la empresa Montalván Verástegui SAC”. Trabajo de Investigación para optar el grado de Bachiller en Ingeniería Industrial en la Universidad Tecnológica del Perú.

El proyecto planteó el siguiente objetivo general para poder comprobar cómo la aplicación del TPM mejora la productividad en el área de producción de la empresa Montalván Verástegui SAC., de acuerdo a la propuesta de la metodología de TPM se erradicó las averías que presentaba la empresa aumentando la disponibilidad total de las máquinas y dar resultados óptimos para incrementar la producción (Victorio, 2019).

Este trabajo se desarrolló mediante el diseño no experimental de corte transversal y se utilizó el tipo descriptivo ya que se analizaron las causas que ya sucedieron en su entorno natural con un enfoque cuantitativo aplicada, y la población en estudio es la empresa Montalván Verástegui como muestra es el área de producción. (Victorio, 2019)

Arribaron a las siguientes conclusiones

1. Propuesta aplicando el TPM, mejorará significativamente la productividad en un 89%, la eficiencia en un 94% y eficacia en un 95%; con un ingreso aproximadamente de \$ 744.175,00 anual. (Victorio, 2019)

Este estudio está relacionado a medida que utilizó la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el desarrollo de estas transformándose en mejoras. En tal sentido, que la herramienta ayudará en dicho estudio resulta importante para su aplicación en la presente investigación, por lo que, se tendrán en cuenta para ser adaptados en nuestro tema de estudio.

e) IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DE LAS MÁQUINAS CNC DE UNA EMPRESA METAL MECÁNICA LIMA - PERÚ 2017 (Seminario, 2017)

Seminario (2017) en su investigación titulada “Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica” Tesis para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad César Vallejo.

Tenía como objetivo aumentar la eficiencia de 2 máquinas CNC gracias a la implementación de TPM, que utiliza observaciones de campo y formato de evaluación de desempeño para recopilar información (Seminario, 2017).

Arribaron a las siguientes conclusiones

1. Con la implementación del TPM se logró un incremento en la Eficiencia Global del Equipo (OEE) de 46.32% a un 66.24%.
2. Por lo tanto, la disponibilidad aumentó del 72,40% al 81,79%, la Efectividad incrementó de 73,26% a un 86% y la Calidad tuvo un incremento del 87.58% al 93.83%. (Seminario, 2017)

Esta investigación se relaciona con el tema de estudio en la medida que utilizó la herramienta de mantenimiento productivo total (TPM) y el desarrollo de estas transformándose en mejoras. En tal sentido, que la herramienta ayudará en dicho estudio resulta importante para su aplicación en la presente investigación, por lo que, se tendrán en cuenta para ser adaptados en nuestro tema de estudio.

#### 2.1.2. Antecedentes internacionales

- a) DISEÑO DE MEJORA CONTINUA EN UNA EMBOTELLADORA Y DISTRIBUIDORA DE BEBIDAS EN GUAYAQUIL A TRAVÉS DE LA APP TPM (MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL) (Tuarez, 2013).

Tuarez (2013) en su investigación titulada “Diseño de Mejora Continua en una embotelladora y distribuidora de bebidas en Guayaquil a través de la app TPM (Mantenimiento Productivo Total)”. Tesis para optar el título de Magister en Gestión de la Productividad y la Calidad en la Escuela Superior Politécnica del Litoral.

El objetivo del proyecto fue implementar de manera efectiva y progresiva un sistema de mejora continua con filosofía TPM en fábrica de bebidas, logrando optimizar las tareas de mantenimiento preventivo a través de la acción de mantenimiento automático, aumentando el cumplimiento del mantenimiento preventivo en un 57,1% en un periodo de seis meses. , lo que reduce las intervenciones de mantenimiento correctivo (Tuarez, 2013).

Arribaron a las siguientes conclusiones

1. El uso de mapas por parte del operador para identificar fallas ha facilitado que el personal de mantenimiento actúe de inmediato y evite daños mayores.
2. Mejoró la condición del equipo y se redujo el tiempo de inactividad de la máquina de llenado de botellas. (Tuarez, 2013)

Esta investigación se relaciona con el tema de estudio en la medida que utilizó la herramienta de mantenimiento productivo total (TPM) y por el uso de tarjetas para la identificación de averías y aporta a la tesis con nuevas técnicas para identificar fallas.

b) IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO (Varela, 2013).

Varela (2013) “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo”, Tesis optar el título de Ingeniero en Mantenimiento Industrial en la Universidad Tecnológica de Querétaro.

Este proyecto incluye la reducción de tiempos de inactividad innecesarios por falta de mantenimiento preventivo, lo que provoca retrasos en la entrega de pedidos, aumentando los costos de producción. Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo en el campo de la producción de camiones cisterna para el transporte. Se ha logrado un mejor control y una mejor organización gracias a los perfiles de máquina, se han creado formatos de mantenimiento preventivo para cada tipo de máquina para seguir un plan de mantenimiento preventivo mediante etiquetas, reduciendo 35 fallas, obtener una máquina con mayor confiabilidad y disponibilidad (Varela, 2013).

Arribaron a las siguientes conclusiones

1. El uso de tarjetas fue un recurso óptimo para la solución e identificación de problemas
2. Con este método se logró disminuir en 35 % de las fallas en las máquinas. (Varela, 2013)

Esta investigación se relaciona con el tema por la falta de mantenimiento preventivo por lo que se optó por el uso de tarjetas para la identificación de averías y en crear formatos de mantenimiento para cada tipo de máquina y poder controlar los mantenimientos preventivos.

- c) DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DEL DESARROLLO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN EL MODELO DE GESTIÓN DE CALIDAD TPM, CON ENFOQUE SISTEMÁTICO PARA EQUIPOS CRÍTICOS DENTRO DE UNA EDIFICACIÓN Y SUS INSTALACIONES (Castillo, 2017)

Castillo (2017) “Diseño de investigación del desarrollo de un plan de mantenimiento basado en el modelo de gestión de calidad TPM, con enfoque sistemático para equipos críticos dentro de una edificación y sus instalaciones”, Tesis optar el título de Ingeniería Industrial en la Universidad San Carlos de Guatemala.

El trabajo se ejecuta según un esquema de solución de 3 etapas, con las cuales se pretende responder y cumplir los objetivos planteados, comenzando por un diagnóstico de los equipos, mediante la identificación y descripción de aquellos que son críticos para la compañía, dando paso luego al análisis de factores críticos que corresponden al proceso de mantenimiento, generando así indicadores de desempeño adecuados para el monitoreo eficiente (Castillo, 2017).

Al culminar su investigación concluyó la importancia del conocimiento del TPM (Mantenimiento Productivo Total) en los altos mandos como en los colaboradores para poder detectar cualquier anomalía en los equipos. También que con la ejecución del plan de mantenimiento preventivo se debería reducir las fallas en los equipos y los mantenimientos correctivos disminuyendo costos y aumentando las utilidades dentro de la compañía. (Castillo, 2017)

Esta investigación se relaciona con el tema de estudio en la medida que utilizó la herramienta de mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar los procesos de la empresa.

- d) APLICACIÓN DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS PROCESOS OPERATIVOS DEL TALLER MECÁNICO INDUSTRIAL EN UNA UNIDAD EDUCATIVA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL (Moreira, 2022).

Moreira (2022) en su investigación titulada “Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del

taller mecánico industrial en una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil” Tesis para optar la Maestría en Producción y Operaciones Industriales. Tenía como objetivo principal aplicar el mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del taller mecánico industrial en una Unidad Educativa de la ciudad de Guayaquil. Para el análisis se tomó información del producto que mayor demanda tuvo en el mercado, lo cual fue de gran utilidad para realizar las respectivas pruebas y así, obtener datos a partir de tiempos en el proceso (Moreira, 2022).

Arribaron a las siguientes conclusiones

1. Se concluyó el establecimiento de un plan de mantenimiento preventivo en los equipos CNC logró mejorar su disponibilidad de un 71,38% a 86,88% alcanzando un incremento del 15,00%.
2. La efectividad de las pruebas realizadas en los equipos dio como resultado un alcance de productividad de 53,00% a 85,13%, lo que incrementó en un 32,20%. (Moreira, 2022)

Esta investigación se relaciona con el tema de estudio en la medida que utilizó la herramienta de mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar los procesos operativos de la empresa.

e) **PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) EN EL PROCESO DE MOLIENDA PRIMARIA DE LA PLANTA DE ARGOS S.A VALLE DEL CAUCA (Benavides y Masso, 2019).**

Benavidez y Masso (2019), hicieron su trabajo de suficiencia profesional titulada: “Propuesta de mantenimiento productivo total (TPM) en el proceso de molienda primaria de la planta de Argos S.A Valle del Cauca” Trabajo de suficiencia profesional para optar el título de Ingeniero Industrial, en la Universidad Santiago de Cali-Colombia.

Asimismo, el autor se planteó como objetivo principal mejorar los índices de disponibilidad de las moliendas primarias, reduciendo los tiempos de paradas y aumentar la productividad laboral. Además, se busca que esta propuesta sirva de modelo para futuros trabajos y capacitaciones en otras áreas de la empresa con el fin de que los colaboradores de la planta de cementos Argos logren identificar posibles fallas, evitando los sobrecostos de mantenimiento. Se busca que a partir de los programas de desarrollo de TPM, se pase porcentualmente

en horas de paradas del 15.09% al 14.68% reduciéndose en un 30% fallas generadas principalmente por los conceptos de mantenimiento mecánico, A su vez se quiere disminuir las paradas y mejorar los porcentajes de efectividad en la molienda que para el año 2018 está en un 84.91% y pasaría a un 85.32% en el año 2019 incorporando el TPM; en otras palabras, 55 días de inactividad en un período de 1 año se reducirían a 53 días (Benavides y Masso, 2019).

Arribaron a las siguientes conclusiones:

1. Este trabajo busca reducir los tiempos de paradas a través de los programas de desarrollo de TPM.
2. La solución del problema sería en menos de un año con la implementación de los programas de desarrollo de TPM. (Benavides y Masso, 2019)

Este estudio es relevante para el tema de investigación en la medida en que utilizó la herramienta de mantenimiento productivo total (TPM)

## 2.2 Bases teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

### 2.2.1. Mantenimiento productivo total

Según Tavares (1999) afirma:

El Mantenimiento Productivo Total lo define de la siguiente manera: Es una estrategia o sistema industrial japonés desarrollado principalmente en la década de los 70's que surge por la necesidad de mejorar los productos y servicios en las empresas, promoviendo la interacción del operario, la máquina y la compañía. El TPM busca la integración de todo el personal de la compañía con el propósito de obtener una mejora en el proceso de producción a través de la eliminación de pérdidas, buscando aumentar la productividad del personal, de los equipos y de la planta en general. (p. 99)

La definición de JIPM (Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas), la organización que desarrolló la metodología y el concepto de TPM y registró la marca TPM, expone lo siguiente:

El TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que previene todas las pérdidas en todas las operaciones de las empresas. Esto incluye cero accidentes, cero defectos y cero fallos en todo el ciclo de vida del sistema productivo. Se aplica en todos los sectores

incluyendo producción, desarrollo y departamentos administrativos. Se apoya en la participación de todos los integrantes de la empresa, desde la alta dirección hasta los niveles operativos. La obtención de cero pérdidas se logra a través del trabajo de pequeños equipos.

Las características de TPM que complementan la definición de JIPM (Instituto Japonés de Mantenimiento de Plantas) se muestran a continuación:

- ❖ Apunta a desarrollar y crear un sistema corporativo que mejore a su máxima expresión la eficiencia de un sistema de producción.
- ❖ Centrándonos en el producto final, desarrollaremos un sistema que elimine los residuos en la línea de producción. Lo cual incluye sistemas para lograr las metas de "cero accidentes, cero errores, cero fallas" en todo el ciclo del sistema de producción.
- ❖ Se aplica y desarrolla en todas las áreas, incluyendo la producción, el desarrollo y la gestión.
- ❖ Se basa en la participación de todos los miembros de la empresa como uno solo.
- ❖ Ha logrado eliminar pérdidas a través del desarrollo de acciones de mejora realizadas por un equipo de colaboradores.

Según Seiichi Nakajima (1991). El principal precursor del TPM en Japón y en todo el mundo, menciona lo siguiente:

“La innovación principal del TPM radica en que los operadores se hacen cargo del mantenimiento básico de su propio equipo. Mantienen sus máquinas en buen estado de funcionamiento y desarrollan la capacidad de detectar problemas potenciales antes de que ocasionen averías. Cambió la idea del empleado de ``yo opero, tú arreglas yo soy responsable de mi propio equipo, dándole más relevancia al empleado y una relación directa operario-máquina que permite disminuir los tiempos de mantenimiento, así como defectos en el producto final”. En la Figura 6 se explica el significado del TPM.

Para Seiichi Nakajima (1991), el TPM tiene tres significados relacionados con sus características el cual son las siguientes:

- ❖ Eficacia Total: Persigue la eficiencia económica y rentabilidad.
- ❖ Mantenimiento total: Prevención del mantenimiento, mejora de la mantenibilidad, mantenimiento preventivo.

- ❖ Participación Total: Participación de todos los empleados o pequeños grupos de todos los departamentos en todos los niveles.

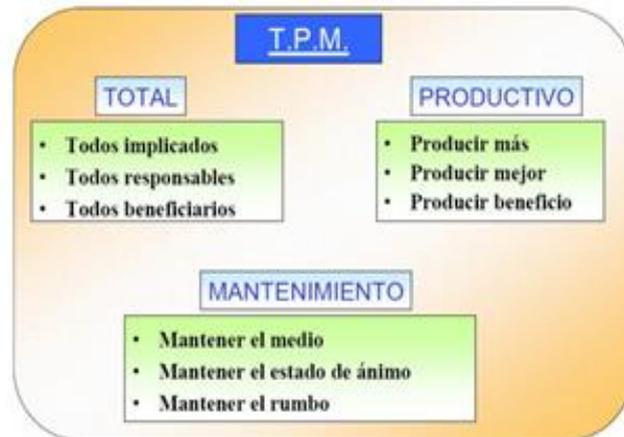


Figura 6: Significado TPM

Fuente: Instituto tecnológico de Castilla de León

### 2.2.2. Los objetivos del TPM

Para López (2009) afirma: hay tres objetivos principales del TPM:

- ❖ **Objetivo estratégico:** La aplicación del Mantenimiento Productivo Total tiene como objetivo hacer más competitiva una organización en el mercado y superar los procesos productivos de otras organizaciones. Por lo cual, se deben hacer esfuerzos para maximizar la eficiencia de la producción y minimizar la ocurrencia de errores o fallas, defectos y accidentes. Lograr un desempeño global que permita a las empresas estar en el mercado y realizar mejoras que demuestren su participación en la oferta y la demanda. Estas metas deben ser planteadas por la gerencia como parte de un plan estratégico y deben estar alineadas con su misión y visión, para siempre brindar a los clientes externos los mejores productos o servicios y satisfacción y participación activa, tiene como objetivo la mejora continua de la organización. Este último refleja lo que es la organización, así como el porcentaje de clientes internos en el proceso. (López, 2009, p. 17).
- ❖ **Objetivos operativos:** El TPM se esfuerza por evitar pérdidas, mejorar día a día el desempeño de los equipos, evitar desperdicios en todo tipo de actividades dentro de una organización y siempre hacer un buen uso de la capacidad instalada. Este segundo propósito es principalmente maximizar la capacidad de la planta de manera efectiva y eficiente mediante el

mantenimiento oportuno de los equipos como se describió anteriormente, para reducir el desperdicio de maquinaria, para aumentar la productividad y la calidad del proceso. (López, 2009, p.18)

- ❖ **Objetivos organizativos:** TPM se esfuerza por el crecimiento personal de los empleados, siempre crea un espacio de trabajo cómodo, fortalece el trabajo en equipo, eleva la moral y aprovecha las cualidades de cada empleado para hacer lo mejor para la empresa. .. Más importante aún, tiene la sensación de que pertenece al empleado cuando se siente parte de la solución de la empresa, así como el problema, y que tienen la oportunidad de crecer profesionalmente. Estoy solo. Esta persona se convierte rápidamente en un elemento activo, interactuando con los demás, formando grupos de trabajo o equipos complementarios en un ambiente de trabajo confortable, y haciendo su trabajo más efectivo y productivo. (López, 2009, p. 18)

### 2.2.3. Pilares del TPM

Los pilares o procesos fundamentales del TPM (Ver Figura 7). Según Sánchez y Lozada (2011), afirma que los pilares son: “Apoyo para la construcción y elaboración de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados como necesarios para la implementación de un plan piloto de TPM en la organización”.

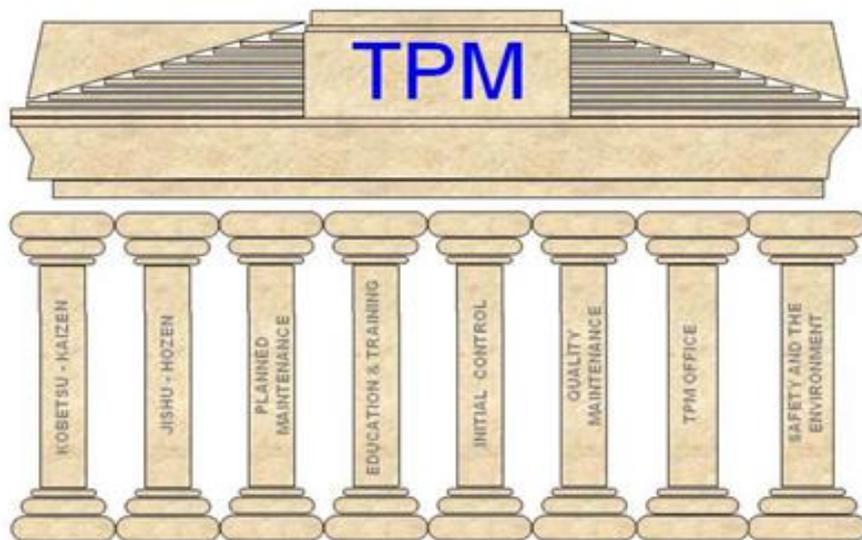


Figura 7: Pilares del TPM

Fuente: kaizenizar.blogspot

❖ **Pilar 1: Mejoras Enfocadas (Kebetsu Kaizen)**

Las mejoras dirigidas son actividades realizadas en ausencia de diferentes áreas involucradas en el proceso productivo para maximizar la eficiencia global de la planta y el proceso; todo esto se realiza a través del trabajo organizado en equipos multidisciplinarios, utilizando métodos específicos enfocados a eliminar los desperdicios que se producen en las empresas industriales.

Este proceso de mejora continua es similar al que se desarrolla en los procesos TQC (control de calidad total), pero utiliza técnicas de mantenimiento. Los pasos para implementar acciones correctivas específicas que según los pasos del ciclo PHVA, detallados en la Figura 8.



Figura 8: Ciclo PHVA

Fuente: [http://www.suratep.com/higiene/articulos/393/ciclo\\_phva.jpg](http://www.suratep.com/higiene/articulos/393/ciclo_phva.jpg)

Para Álvarez Laverde, Humberto (2008) nos define el propósito de dicho pilar:

“El propósito de este pilar es involucrar a los operarios en el mantenimiento de los equipos realizando acciones de recuperación, de deterioro acumulado y mejorando su rendimiento hasta el nivel ideal”. En la siguiente figura 9 se ve un resumen de los Proceso del Kobetsu Kaizen.

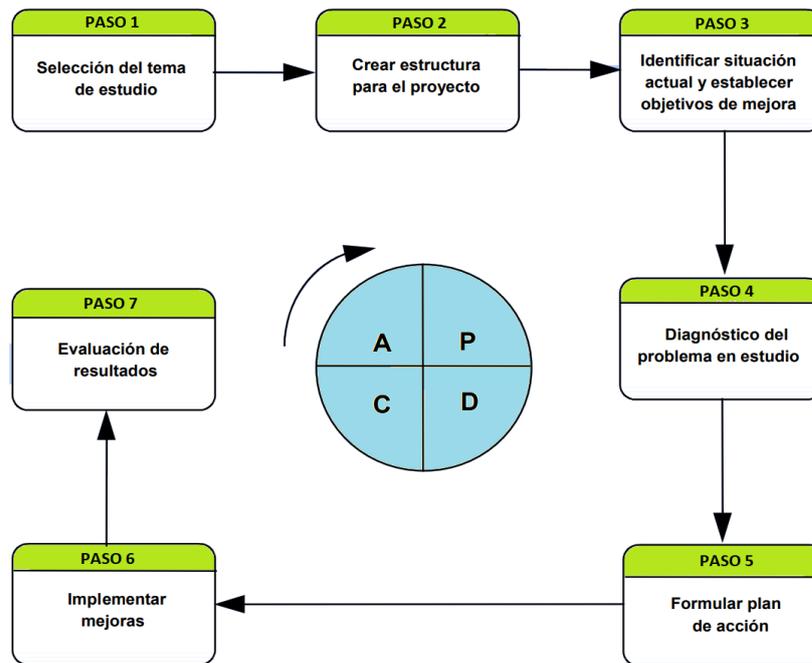


Figura 9: Proceso Kobetsu Kaizen

Fuente: <http://www.ceroaverias.com/archivoeditorial11/Archivo%2048.htm>

A continuación, se menciona y explica los siete pasos del kebetsu kaizen:

a. Selección de temas de investigación

Los temas se seleccionan de acuerdo con los siguientes criterios.

- Objetivos integrales de la gestión industrial.
- Cuestiones de calidad y entrega a los clientes.
- Estándares organizacionales.
- Oportunidades de replicación en otras áreas de la planta.
- Relación con otros procesos de mejora continua.
- Mejoras significativas para construir competitividad desde cero.
- Factores innovadores, etc.

b. Crear la estructura del proyecto

En este paso se maneja una estructura de equipos interfuncionales en donde intervienen operarios de diferentes áreas involucrados con el proceso, por eso es importante hacer énfasis en el éxito de trabajo en equipo y tener un respaldo motivacional por la dirección de la organización.

c. Identificar la situación actual y establecer objetivos.

En esta etapa se analizan los problemas (averías, fallos, reparaciones, etc.) y las pérdidas (de calidad, energía, tiempos de operación y análisis de capacidad de proceso) que se presentan en el problema seleccionado en el primer paso. Después de establecidos estos problemas y pérdidas se formulan objetivos medibles numéricamente para realizar las mejoras necesarias.

d. Diagnóstico del problema

Antes de entrar en el análisis de problemas necesitamos ajustar cosas, como limpiar, lubricar piezas, eliminar las fugas y escapes, etc. para que los equipos funcionen de forma correcta. Cuando se aplican métodos de investigación de problemas, los métodos derivados del área de calidad son los más recomendables. Esto a partir de que es fácil de usar e involucra a la mayoría del personal. Sin embargo, existen otras técnicas que se pueden utilizar para eliminar las causas o causas de falla del equipo, tales como: B.: Motivos y razones, AMFES, análisis de datos, métodos PM, etc.

e. Desarrollo un plan de acción

Después de investigar y analizar las diversas causas del problema, desarrollamos un plan de acción para resolver el problema y sugerimos las tareas y actividades necesarias para lograr los objetivos establecidos.

f. Implementar mejoras

En este paso, las medidas definidas se implementan con la participación de todos los empleados. Estas mejoras no deben imponerse, sino implementarse con la participación activa de los operadores que realmente conocen el estado del proceso.

g. Evaluar los resultado

Es necesario hacer una evaluación final de los resultados obtenidos a lo largo del proceso. Estos serán publicados por el operador en un cartel

visible para que pueda visualizar el éxito obtenido durante la implementación.

❖ **Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen)**

El mantenimiento autónomo es una serie de actividades realizadas por todos los empleados en el equipo que se usan a diario, incluye también inspección, lubricación, limpieza, operaciones menores, el cambio de herramientas y piezas, la investigación de posibles mejoras, el análisis de equipos y la solución de problemas. Medidas adoptadas para mantener los equipo en óptimas condiciones de trabajo. Estas actividades deben llevarse a cabo de acuerdo a estándares desarrollados previamente en cooperación con los operadores. Los usuarios deben estar capacitados y tener las capacitaciones necesarias para operar los equipos. En la Tabla 2 se muestran a continuación los pasos para el mantenimiento autónomo.

Según Álvarez (2008) el mantenimiento autónomo tiene los siguientes objetivos fundamentales:

- Utiliza tu dispositivo como una herramienta para aprender y adquirir conocimientos.
- Analizar problemas y desarrollar nuevas habilidades para desarrollar nuevas formas de pensar sobre el trabajo.
- A través de una correcta operación y controles permanentes que cumplan con los estándares.
- Mejore el rendimiento de su equipo con aportes creativos del operador.
- Cree y mantenga las condiciones requeridas para garantizar que su dispositivo funcione a plena capacidad sin ningún problema.
- Mejorar la seguridad laboral.
- Lograr un pleno sentido de pertenencia y responsabilidad por parte de los trabajadores.
- Mejorar la moral en el lugar de trabajo.

Tabla 2: Pasos del Mantenimiento Autónomo

#	PASOS	HERRAMIENTA DE 5'S APLICADA	DEFINICIÓN
1	Limpieza inicial		Limpieza del área de trabajo realizada por cada operario.
2	Eliminación de fuentes de contaminación	SEISO (LIMPIAR)	El operario debe proponer medidas para combatir las causa de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc.
3	Estándares de limpieza y lubricación	SEISO (LIMPIAR) Y SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	Estandarizar los dos primeros pasos, hacer que el operario determine por sí mismo lo que tiene que hacer.
4	Inspección general	SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	Revisión de fallas con una inspección general del equipo. Los operarios más experimentados deben enseñar a los de menos experiencia.
5	Inspección autónoma		Comparar y evaluar cada uno de los pasos anteriores, se realiza un manual de inspección autónoma.
6	Organización y ordenamiento	SEIRI (CLASIFICAR) Y SEITON (ORDENAR)	Es clasificar, seleccionar y ordenar el área de trabajo por parte de los operarios. Los líderes y directores hacen una evaluación a los operarios y se realizan últimos ajustes.
7	Implementación total	SEIKETSU (ESTANDARIZAR) Y SHITSUKE (DISCIPLINA)	Organizar la información para describir las condiciones óptimas y mantenerlas.

Fuente: [http://mx.geocities.com/sima\\_tpm/mautonomo.html](http://mx.geocities.com/sima_tpm/mautonomo.html)

### ❖ Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado (Keikaku Hozen)

El mantenimiento gradual es uno de los pilares más importantes de los ingresos en una organización industrial. El objetivo de este pilar es avanzar paulatinamente hacia la meta de “cero defectos” en una planta industrial.

Según Morales (2018) nos dice que:

El mantenimiento progresivo o planificado que se practica en numerosas empresas presenta, entre otras, las siguientes limitaciones:

- No se necesita información histórica para determinar el momento más adecuado para realizar el mantenimiento preventivo. El tiempo se basa en la experiencia, las recomendaciones del fabricante y otros criterios, con poca base técnica y sin respaldo para datos o información histórica sobre el comportamiento pasado.
- Las paradas de equipo están disponibles y se utilizan para "hacer lo que la máquina necesite hacer". Todos los elementos y sistemas del equipo requieren de un tiempo de intervención similar, ¿es económico?

- Los programas de mantenimiento preventivo se aplican a los equipos con una gran acumulación de desgaste. Esta degradación afecta la extensión de la distribución (estadística) de fallas, imposibilita identificar el comportamiento normal de las fallas y requiere el desarrollo de planes de mantenimiento preventivo.
- Los dispositivos y sistemas son tratados por igual en cuanto a la definición de rutinas preventivas, independientemente de su importancia, riesgo, impacto en la calidad o dificultad para obtener alternativas.
- Los departamentos de mantenimiento rara vez tienen los estándares profesionales para realizar tareas técnicas. La forma habitual es imprimir una orden de trabajo que contiene algunas asignaciones que no detallan el tipo de acción a realizar.
- El trabajo de mantenimiento planificado no incluye medidas kaizen para mejorar el método de trabajo. No incluye ninguna acción para mejorar el rendimiento técnico y la fiabilidad de los trabajos de mantenimiento. También es poco común monitorear la creación de planes para eliminar la necesidad de acciones de mantenimiento. Esto también debe considerarse como una medida de mantenimiento preventivo. (p. 21).

❖ **Pilar 4: Mantenimiento de calidad (Hinshitsu Hozen)**

En este pilar se pretende mejorar los sistemas de calidad del proceso de producción involucrando a todo personal de la planta, buscando establecer las condiciones ideales del equipo para obtener “cero defectos”.

Como lo menciona el Ingeniero Humberto Laverde en su escrito *Mantenimiento de calidad y control de calidad en el proceso* no es lo mismo “Lo importante no es mantener en funcionamiento el equipo (se supone que es altamente fiable gracias a otros pilares TPM). Se trata de mantener los más altos estándares de calidad del producto controlando las condiciones de los elementos y sistemas de la maquinaria. El control de calidad en proceso se concentra en éste, mientras que el Mantenimiento de calidad se concentra en las condiciones de la maquinaria”. Por esto es importante diferenciar estos

dos procesos que en algunas organizaciones se confunden y aunque pueden ser complementarios no son excluyentes el uno con el otro. A continuación, se presenta en la Tabla 3 que sí es y que no es el Mantenimiento de calidad.

Tabla 3: Mantenimiento de Calidad

¿QUÉ ES Y QUÉ NO ES MANTENIMIENTO DE CALIDAD?	
ES MANTENIMIENTO DE CALIDAD	NO ES MANTENIMIENTO DE CALIDAD
Realizar acciones de mantenimiento orientadas al cuidado del equipo para que este no genere defectos de calidad.	Aplicar técnicas de control de calidad a las tareas de mantenimiento.
Prevenir defectos de calidad, certificado de la maquinaria cumple las condiciones para “cero defectos” y que estas se encuentran dentro de los estándares técnicos.	Aplicar un sistema ISO a la función de mantenimiento.
Observar las variaciones de las características de los equipos para prevenir defectos y tomar acciones, adelantándose a la situación de anomalía potencial.	Utilizar técnicas de control estadístico de calidad al mantenimiento.
Realizar estudios de ingeniería del equipo para identificar los elementos del (equipo) que tienen una alta incidencia en las características de calidad del producto final; realizar el control de estos elementos de la máquina e intervenir estos (elementos)	Aplicar acciones de mejora continua a la función de mantenimiento.

Fuente: <http://www.ceroaverias.com/centroTPM/mantenimientocalidad.htm>

❖ **Pilar 5: Gestión de nuevos equipos**

La nueva gestión de activos es otro pilar de una estrategia TPM exitosa. La experiencia adquirida con el tiempo es invaluable al comprar nuevos equipos o desarrollar nuevos productos para facilitar el mantenimiento. Esto puede ser tan simple como elegir una pintura lavable para la pared (fácil de limpiar), o tan complejo como elegir un robot que pueda diagnosticar automáticamente los errores (reduciendo los errores de producción) en algunos casos.

❖ **Pilar 6: Formación continua**

Otro pilar del TPM es la inversión en formación y mejora de cada uno de los empleados. De lo contrario, no podrá ser posible realizar las tareas de mantenimiento de forma periódica ni identificar posibles errores o averías. Para que una estrategia funcione, es importante que todos tengan una comprensión básica de cómo funcionan los activos que se usa a diario. A

medida que la tecnología evoluciona, la capacitación continua es esencial para garantizar que nuestros ingenieros conozcan los nuevos modelos de equipos y se mantengan al tanto de las mejores prácticas y los avances de la industria.

❖ **Pilar 7: Higiene y seguridad en el trabajo**

Otro objetivo del TPM es evitar accidentes laborales. Lo que significa cero accidentes, contaminación y agotamiento. Una adecuada gestión del mantenimiento no solo previene accidentes laborales durante el propio trabajo de mantenimiento, sino que contribuye a la vez al bienestar de todos los empleados. El 53% de todos los cánceres en Europa se deben generalmente a la exposición al amianto, benceno (utilizado en caucho, lubricantes, tintes, detergentes y pesticidas), cromo, níquel y sílice pirogénica (común en la industria minera). Actividades profesionales, minas, fábricas de pegamentos y pinturas), radiación y humo. Un buen equipo y mantenimiento de edificios pueden ayudar a reducir estos valores.

❖ **Pilar 8: TPM a nivel administrativo**

El último de los ocho pilares del TPM es aplicar iguales principios a nivel gerencial. En otras palabras, no todo depende de los "pequeños trabajadores". Los gerentes también pueden adoptar una filosofía basada en la mejora continua y proactiva de los procesos, la logística e incluso la planificación de tareas. Idealmente, el principio TPM se aplica en toda la estructura empresarial sin excepción.

#### 2.2.4. Beneficios del TPM

Según López (2009) “El TPM no solo mejora la productividad y los beneficios financieros, sino que también trae muchos beneficios a los operadores que forman parte de la organización al recibir crecimiento personal y capacitación”.

Los beneficios de utilizar un TPM en su organización son:

- ❖ **Calidad mejorada:** al trabajar con el máximo rendimiento y administrar un proceso de producción con menos fallas, el equipo produce mejores piezas y productos, mejorando la calidad y la satisfacción del usuario final.

- ❖ Mayor productividad: La eliminación de tiempos muertos y paradas de línea aumenta la productividad y le permite producir más y mejores productos con la misma capacidad instalada. Las máquinas y las plantas también tienen la ventaja de aumentar su eficacia, ya que reciben un mantenimiento continuo a lo largo de su ciclo de vida. Otros beneficios de productividad incluyen mayor confiabilidad, disponibilidad de equipos, eliminación de pérdidas que afectan la productividad de la planta, costos de mantenimiento reducidos, tecnología empresarial mejorada e inventario reducido.
- ❖ Tiempo de entrega mejorado: el aumento de la productividad reduce el tiempo de producción, lo que permite a los clientes entregar los pedidos de manera oportuna.
- ❖ Mejorar el bienestar de los miembros del equipo: para los mejores operadores, nada es más frustrante que perder el control de una máquina cuando falla. Además, esta frustración puede generar retrasos en la entrega a los clientes, producción de piezas defectuosas que deben amortizarse y trabajos que deben rehacerse debido a fallas en las máquinas. Los empleados se benefician del aumento de la moral, la calidad del entorno laboral, el aprendizaje permanente y una mejor comunicación. También está surgiendo entre los operadores un ambiente de responsabilidad, disciplina, una cultura de cumplimiento de las reglas, participación, cooperación y creatividad. (p. 33-34).

#### 2.2.5. Pasos para la implementación del TPM

Según Tokutaro Suzuki (1996) nos comenta que “Es vital elaborar cuidadosa y prolijamente los fundamentos para un programa TPM. Si la planificación es descuidada, se necesitarán repetidas modificaciones y correcciones durante la implantación. La fase de preparación arranca con el anuncio de la alta dirección de su decisión de introducir el TPM y se completa cuando se ha formulado el plan maestro plurianual de desarrollo del TPM”. En la siguiente Tabla 4 se muestra un resumen de los 12 pasos del TPM.

Tabla 4: Los doce pasos del nuevo programa TPM

ETAPAS	PASOS	CONTENIDOS
PREPARACIÓN	1. Decisión de la dirección de aplicar el TPM en la organización.	Comité de dirección
	2. Campaña de información técnica o educativa	Seminarios y presentaciones.
	3. Estructura de promoción TPM.	Grupos de trabajo y comisiones de líderes.
	4. Establecer políticas y objetivos del TPM.	Diagnóstico y análisis de condiciones actuales.
	5. Plan maestro y desarrollo del mismo.	Plan de implementación
IMPLEMENTACIÓN PRELIMINAR	6. Lanzamiento del TPM.	Programación de evento de difusión del lanzamiento del TPM.
	7. Mejora de la efectividad de los equipos.	Selección y mejoramiento de equipos.
IMPLEMENTACIÓN DEL TPM	8. Desarrollo del programa de mantenimiento autónomo.	Desarrollo de los pasos de Mantenimiento autónomo.
	9. Plan y programación del mantenimiento.	Desarrollo del sistema dedicado al mantenimiento.
	10. Mejorar las habilidades de operaciones y mantenimiento.	Entrenamiento en técnicas de detección y acción correctiva.
	11. Desarrollo del programa de gerencia.	Diseño de mantenimiento productivo. Análisis del costo de vida.
ESTABILIZACIÓN	12. Implementación perfecta y aumento de niveles del TPM.	Evaluar el costo del mantenimiento productivo y establecer objetivos mayores.

Fuente: TPM en industrias de proceso 1st Edición 1996

Paso 1: La alta dirección anuncia la decisión de adoptar TPM. Todos los empleados debe comprender por qué su organización adopta TPM y estar convencidos de su necesidad. El aumento de los costos de los costos brutos e intermedios, la caída de los precios de los productos y otros factores ambientales negativos han obligado a la industria a organizarse de manera más eficiente. Muchas empresas utilizan el TPM para resolver problemas internos complejos y combatir las turbulencias financieras. Por supuesto, la alta dirección debe considerar cuidadosamente estos puntos antes de anunciar la decisión de adoptar un TPM. Sin embargo, si la alta dirección asume este compromiso, debe quedar claro que tiene la intención de llevar a cabo el programa TPM hasta el final. Esto brinda a todos los empleados y empresas el apoyo físico y organizacional que la gerencia necesita para comprender el valor estratégico del TPM y abordar los muchos problemas que inevitablemente surgen durante la implementación. Este anuncio marca el comienzo de la fase de preparación del TPM.

Paso 2: Antes de que pueda implementar un programa de capacitación introductorio de TPM, debe comprender el TPM. Se planifican seminarios externos y programas de capacitación internos en cada nivel para garantizar que todos entiendan las características del TPM y las razones estratégicas que llevaron a la gerencia a adoptar el TPM.

Paso 3: Crear de una organización de promoción de TPM el cual se promueve a través de una estructura de pequeños grupos superpuestos en toda la organización. En este sistema, en cada nivel de la organización, el líder del grupo pequeño se convierte en miembro del grupo pequeño del nivel más alto, como se muestra en la Figura 10 a continuación. La gerencia también es su propio grupo pequeño. Este sistema es muy eficaz para difundir las políticas y los objetivos de la alta dirección en toda la organización.

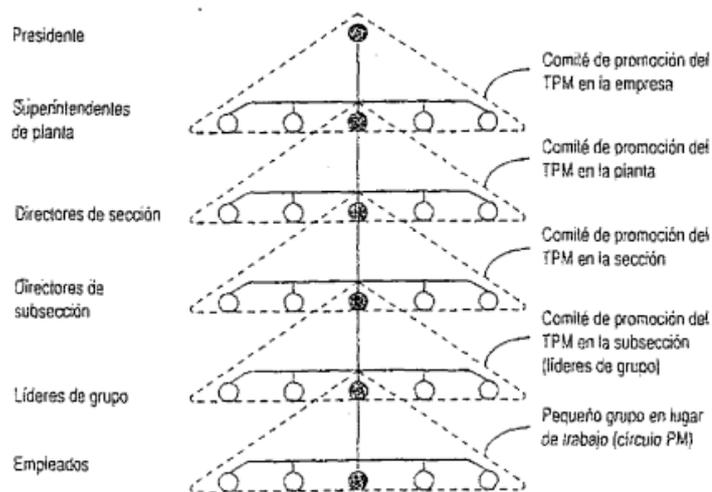


Figura 10: Solapamiento de actividades de pequeños grupos

Fuente: TPM en industrias de proceso 1st Edición 1996

La Oficina de promoción del TPM se debe establecer para que sea el responsable de desarrollar y promover una estrategia de defensa de TPM eficaz. Para ser eficaz, la oficina requiere personal de tiempo completo, con el apoyo de varios comités y subcomités. Sus responsabilidades incluyen el desarrollo de un plan maestro de TPM y coordinar su promoción, el desarrollo de políticas para encaminar las diversas actividades de TPM, realizar campañas sobre temas específicos, difundir información y la organizar actividades de relaciones públicas. La Oficina de Financiamiento juega un papel

particularmente importante al liderar la implementación del mantenimiento autónomo y enfocarse en las actividades de mejora.

Paso 4: Establecimiento de políticas y objetivos (ver Figura 11) Baseline TPM

Las políticas de Baseline TPM son una parte integral de la política global de su organización y deben describir los objetivos y políticas de las actividades que desea realizar. Los objetivos de TPM deben estar relacionados con el plan estratégico de la empresa, es decir, los objetivos comerciales a mediano y largo plazo, y solo deben establecerse después de una amplia consulta con todas las partes interesadas, incluida la gerencia. El programa TPM debe durar lo suficiente para lograr los objetivos establecidos.

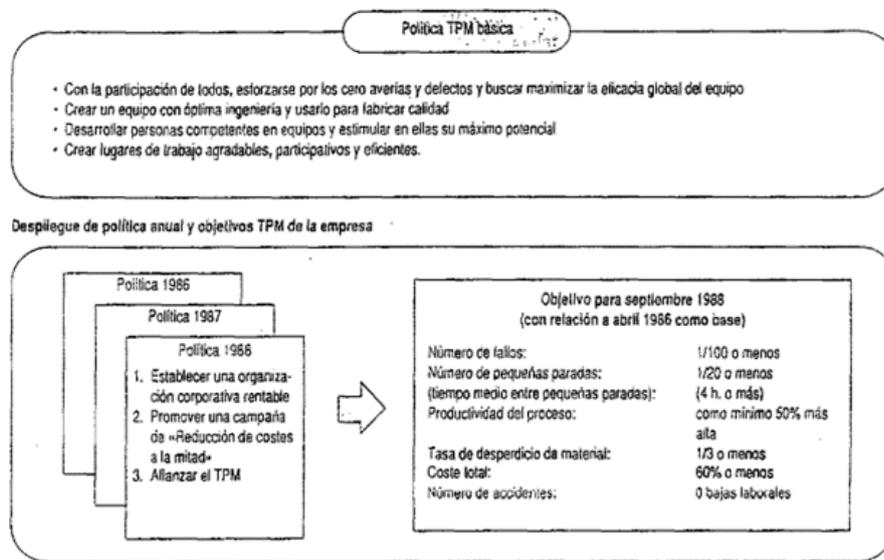


Figura 11: Ejemplo de política y objetivos TPM básicos

Fuente: TPM en industrias de proceso 1st Edición 1996

Los objetivos numéricos deben expresarse de la forma más amplia posible. Al establecer objetivos, comience por establecer una línea de base clara. Estos deben ser directamente medibles la situación real y deben expresarse parcialmente cuantitativamente y parcialmente cualitativamente. Establecer metas significa asegurar el nivel deseado de desempeño para un resultado final en particular. El problema más difícil siempre es determinar cuánto exceder la línea de base objetivo. Las metas son difíciles, pero deben ser alcanzables.

Paso 5: Diseño de un plan maestro de TPM Para crear un plan maestro de implementación, primero se debe determinar las actividades que realizará para lograr sus objetivos de TPM. Este es un paso importante. Cada empresa

necesita pensar y tomar decisiones sobre cómo realizar la mayoría de los métodos. Una forma eficiente de cerrar la brecha entre las líneas de base y las metas, y entre ellas y las líneas de base.

Las ocho actividades nucleares TPM (sus pilares tradicionales) son:

- a. Mejoras orientadas
- b. Mantenimiento autónomo
- c. Mantenimiento planificado
- d. Formación y adiestramiento
- e. Gestión temprana de los equipos
- f. Mantenimiento de calidad
- g. Actividades de departamentos administrativos y de apoyo
- h. Gestión de seguridad y entorno

Otras actividades particularmente importantes en plantas de proceso específicas incluyen:

- a. Diagnósticos y mantenimiento predictivo
- b. Gestión del equipo
- c. Desarrollo de productos y diseño y construcción de equipos

Estas actividades requieren un presupuesto y lineamientos claros. También necesita ser monitoreado adecuadamente. Debe crear una línea de tiempo para cada actividad con hitos claramente visibles e integrarlos todos en su plan maestro.

Fase de implementación

Paso 6: Puesta en marcha del proyecto TPM: Después de que se apruebe el plan maestro, se puede realizar un "inicio de TPM". Este comienzo debe diseñarse para fomentar un entorno que inspire moral y dedicación. En Japón, mayormente hay una reunión de todos los empleados a la que se invita a los clientes, sucursales y subcontratistas. En la reunión, la alta dirección reafirma su compromiso con la implementación del TPM e informa sobre los planes y trabajos realizados en la fase preparatoria.

Fase de implementación (Paso 7-11): Durante la fase de implementación, se implementan actividades seleccionadas para lograr las metas del plan maestro. El orden y tiempo de las actividades en el Paso 7-11 deben adaptarse a las características de la empresa, departamento o planta. Algunas actividades se

pueden hacer al mismo tiempo. Los pilares básicos o actividades de TPM se resumen a continuación.

#### Fase de Integración

Paso 12: Consolidar los niveles alcanzados y mejorar las metas: en Japón, la primera etapa del programa TPM se completa cuando una empresa recibe el Premio PM. Pero esta no es la única actividad de TPM para las empresas. Necesitan ser estables en la cultura corporativa y, por lo tanto, ser cada vez más eficientes. Una empresa crece persiguiendo continuamente metas cada vez más altas, que son metas reflejan la visión de la empresa. Las empresas están comprometidas con la implementación de planes estratégicos para garantizar la supervivencia y la rentabilidad en los próximos años. El programa TPM debe soportar esto. Hoy en día, cada vez más organizaciones reconocen la importancia de no estar satisfechas con las mejoras que trajo el programa TPM original. Dichas empresas entrarán en una fase adicional de actividad con el objetivo de ganar un premio especial de PM.

#### 2.2.6. Implementación del TPM

JIPM (Japan Institute of Plant Maintenance) te informa de los puntos importantes a la hora de implementar TPM en cualquier industria, pero puede diferir según el tipo de empresa que lo implemente. Los puntos importantes a recomendar son:

- La organización ve la implementación del TPM como una estrategia y debe proporcionar los componentes, habilidades y recursos necesarios para implementarlo. Para ello, se conforma un comité de TPM que incluye a los directivos de cada centro de producción, quienes también lideran pequeños grupos o pilares de los que son líderes. El objetivo trata de involucrar a todos los directivos en la coordinación de las acciones de TPM. Es apropiado nombrar “líderes” en lugar de “responsables”. Finalmente, existen equipos de trabajo a nivel operativo que son responsables de realizar muchas acciones de TPM.
- Planificar un presupuesto para desarrollar una estrategia TPM, ya que muchas actividades tienen costos asociados; cómo reparar el desgaste acumulado y los daños del equipo. Estos costos pueden verse como inversiones en productividad y utilización de equipos. Otro factor es la

formación técnica a niveles funcionales y la mejora de las habilidades directivas de los mandos intermedios y superiores implicados.

- Establecer políticas y procedimientos para implementar el TPM. Esto requiere un sistema de gestión que permita y facilite la mejora continua y la participación de los miembros de la organización en el proceso productivo. Se deben establecer parámetros tales como objetivos específicos, indicadores de control, sistemas de control, entre otros.
- Diseñar un sistema para gestionar el TPM. Esto incluye acciones de autorregulación, mecanismos de gestión visual y revisiones de progreso paso a paso desarrolladas en cada pilar.
- Desarrollar un sistema de comunicación eficaz que permita a cada organización trabajar en paralelo con los objetivos planteados. El TPM es más apropiado porque se basa en modelos de comunicación informal como reuniones, sesiones internas y comunicación visual.
- Al final del ciclo de gestión de la empresa, se realiza una evaluación para validar o publicar el resultado de la implementación del TPM.
- Cree un ambiente de trabajo participativo que brinde a los empleados la oportunidad de resolver sus propios problemas. Como resultado, la empresa da mayor importancia a la formación de los empleados y asume más responsabilidades en función de su capacidad.
- Mostrar liderazgo e inspirar a las personas. La necesidad de que los líderes de grupo guíen a los empleados por el camino correcto para alcanzar las metas de su organización es fundamental.

#### 2.2.7. Las seis grandes pérdidas del TPM

Según Shirose, Kunio (1991) nos comenta que “Aumentar la eficiencia del equipo y mantenerlo en óptimas condiciones es una de las metas fundamentales del TPM, para lograrlo es necesario aproximarse a cero defectos y cero averías que se consigue eliminando las seis grandes pérdidas” (Ver Figura 12)



Figura 12: Gráfico de las seis Grandes Pérdidas

Fuente: Instituto tecnológico de Castilla de León

Estas se describen a continuación:

- Pérdida por tiempo de inactividad: Existen dos tipos de pérdida por tiempo de inactividad: pérdida de tiempo y pérdida de volumen, siendo esta última debida a defectos del producto. Las fallas esporádicas son generalmente fallas repentinas e inesperadas del dispositivo que son obvias y fáciles de solucionar, pero las fallas crónicas menores son difíciles de resolver y, a menudo, se ignoran e ignoran.
- Pérdida de preparación y ajuste: Ocurre cuando la máquina se configura para mejorar el rendimiento y cuando se configura al inicio del trabajo. Hay dos tipos de configuración, por lo que existen diferentes estrategias para atacarlos.
- Preparación interna: Se ejecuta cuando la máquina está parada. Este tiempo se debe reducir al máximo.
- Preparación externa: Se realiza cuando el sistema está en ejecución.
- Paradas y stop los menores: Son pequeños paros que se interrumpen por un mal funcionamiento temporal o paro de la máquina. Este tipo de problema afecta las operaciones de la planta y es común cuando se trabaja con procesos automatizados, incluidos robots y transportadores.
- Slowdown Loss: Es la diferencia entre la velocidad diseñada para el dispositivo y la velocidad de operación real, con el fin de reducir al máximo la diferencia. Las velocidades inferiores a las deseadas, las que pueden ocasionarse por problemas mecánicos o de mala calidad, problemas de fondo, miedo al abuso o sobrecarga del equipo.

- Mala calidad y trabajo repetido: Estos se deben a la falla de los equipos de producción y la producción de productos defectuosos que necesitan ser re manufacturados. Los defectos de calidad son generalmente un problema crónico y no son fácilmente reconocibles y requieren capacitación en el uso y manejo de las máquinas relacionadas.
- Pérdida inicial: Son las pérdidas que ocurren en las primeras etapas de producción desde el inicio hasta la estabilización de la planta. La medida en que provoca pérdidas depende del grado de estabilidad de las condiciones del proceso, que incluye el mantenimiento del equipo, las habilidades técnicas del operador, las hojas de cálculo y las matrices.

La Tabla 5 a continuación muestra los seis tipos principales de daños y su codificación de ancho de banda.

Tabla 5: Codificación de las 6 grandes pérdidas y sus rasgos

Tipo	Perdidas	Tipo y característica	Objetivo
Tiempos muertos	Perdidas debido a las averías.	Las pérdidas por falla son errores o fallos del equipo, los cuales provocan tiempos de inactividad en el proceso impidiendo el buen funcionamiento	Eliminar
	Perdida debido a preparaciones.	Es el tiempo dedicado a preparar o cambiar las herramientas y realizar los ajustes necesarios en los equipos para atender las necesidades de un nuevo producto.	Reducir al máximo
Caída o pérdida de velocidad	Pérdidas provocadas por tiempo de ciclo en vacío y paradas cortas.	Son paradas cortas, se trata de los tiempos en los que la máquina opera, pero lo hace sin efectuar fabricación de pieza alguna debido a la parada temporal.	Anular
	Perdidas por funcionamiento velocidad reducida.	Son las pérdidas de la producción causadas por la diferencia entre la velocidad prevista para el equipo y la velocidad de operación real	Eliminar
Productos o procesos defectuosos	Perdidas por defectos de calidad, recuperaciones y reprocesados.	Estas pérdidas por defecto de calidad en el producto generada por paradas o manipulaciones necesarias	Eliminar
	Perdidas de funcionamiento por puesta en marcha del equipo	Se refiere al nivel de elaboración que se da en instantes del arranque y puesta en marcha de las maquinas puesto por debajo de la capacidad.	Minimizar

Fuente: Información recopilada de Cuatrecasas & Torrell (2012)

### 2.2.8. Tpm factores humanos

Para López (2009) nos define que:

“El factor humano es el aspecto más importante en el momento de implementar cualquier tipo de cambio dentro de una organización, debido a que cualquier

proceso de cambio involucra directamente a las personas y son éstas las que finalmente lo ejecutarán; por la misma razón es de suma importancia que este proceso sea informado adecuadamente ya que en todas las organizaciones siempre habrá personas que se resistan al cambio ya sea por temor de lo que les espera, o simplemente porque piensan que la forma actual de hacer las cosas es la correcta y que no existe una necesidad de mejorar”.

Según el sicólogo Raúl Nieto, “La resistencia al cambio es la base de esto, ya que la gente naturalmente tiene miedo al cambio, lo cual se expresa en la resistencia, y necesitamos trabajar en este concepto. Este cambio significa que las personas adquieren diferentes habilidades, se enfrentan a sí mismas y se "desafían" a sí mismas de nuevas maneras.

Como resultado, el proceso de cambio crea incomodidad ya que saca a las personas de la "zona de confort" y "crítica" sus prácticas actuales de enseñanza y comportamiento. Inicialmente, hacer cambios hace que la organización sea ineficiente. Esto requiere que la organización siga la curva de aprendizaje, desarrollando nuevas capacidades en el proceso, creando crecimiento personal y profesional, y autonomía en cada área involucrada para adaptar y lograr el proceso y se delega el control. Mejores resultados.

#### 2.2.9. Barreras al implementar tpm

Según Humberto Álvarez Laverde (2008) nos comenta lo siguiente: “Al implementar TPM en una organización se pueden encontrar diferentes barreras que están generalmente relacionadas por la ideología de la administración tradicional, es decir que los altos directivos no se involucran totalmente en el proyecto y no entienden la dimensión de los beneficios que puede tener esta estrategia en su organización”.

Para Ernesto López Arias (2009) nos comenta dos inconvenientes para implementar el TPM al implementarse:

Uno de los inconvenientes de este proceso es que debe ser gradual. Es decir, es un ajuste de todo el sistema cultural, y hay muchos pasos y parámetros que se deben cumplir, por lo que no hay consecuencias a corto plazo. .TPM es un proceso a largo plazo que dura alrededor de 3-5 años, dependiendo del tamaño de la empresa, y siempre es efectivo dentro de la empresa como un proceso de mejora continua. Es decir, no termina, solo se actualiza.

Otro inconveniente importante es que el TPM es un proceso sistemático o integrado en lugar de una aplicación de herramienta suelta y requiere un apoyo total de políticas a través de una estrategia para respaldar el TPM, no solo en un presupuesto sino también en participación y ejemplos. El éxito de este proceso proviene del factor humano de la empresa, que debe ser considerado como un factor, no como un recurso. (p. 39)

#### 2.2.10. Tipos de mantenimiento

Para Benítez Hernández (1998), presenta varios tipos de definiciones de mantenimiento que se han presentado históricamente, algunas de las cuales son utilizadas en aplicaciones TPM.

- ✓ Mantenimiento de reparación: Es lo mismo que el mantenimiento correctivo cuando ya se ha presentado un error o una falla y como consecuencia se puede parar el proceso. No se recomienda aplicar. Esto solo sucede en equipos no críticos o secundarios.
- ✓ Mantenimiento Preventivo (PM): Programa el cronograma de intervenciones o cambios en los componentes de la máquina en intervalos de tiempo estadísticos. Este mantenimiento está diseñado para aumentar el tiempo entre fallas y extender la vida útil de la máquina.
- ✓ Mantenimiento predictivo: Basado en el conocimiento del estado y condiciones de funcionamiento de las máquinas y plantas. Los parámetros que se utilizaron para conocer condiciones adversas de la máquina incluyen vibración, ruido, temperatura y velocidad.
- ✓ Mantenimiento proactivo: este tipo de mantenimiento busca las causas raíz, como el tiempo de inactividad, las interrupciones y las fallas, implementa soluciones antes de que ocurran las fallas y permite cambios estructurales en la máquina, incluido el rediseño.
- ✓ Mantenimiento basado en confiabilidad: Es una integración de mantenimiento profiláctico y predictivo que se enfoca en conocer el funcionamiento normal de la máquina. Este tipo de mantenimiento es uno de los más extensos, ya que su objetivo es lograr la máxima confiabilidad de la planta determinando el proceso que se debe hacer para establecer la condición deseada.

### 2.2.11. Concepto sobre la eficiencia global de los equipos

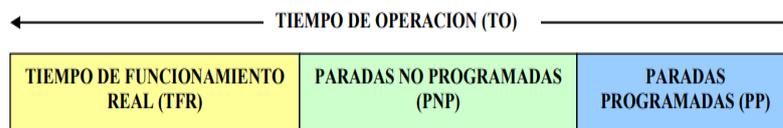
Según Madariaga Francisco (2013) nos define la eficiencia global de los equipos como:

“Un indicador principal del TPM, pretende mejorar el sistema productivo, para conocer la eficiencia de los equipos es necesario conocer los coeficientes de disponibilidad, eficiencia y calidad, estos dan a conocer los tiempos requerido para trabajar, el tiempo que está operando y la calidad del producto este se aplica a una máquina o conjunto de máquinas, líneas, etc.”.

La fórmula es:



- Disponibilidad: mide la pérdida de disponibilidad del dispositivo debido a una interrupción no planificada.



- Eficiencia de rendimiento: mide la pérdida de rendimiento que resulta por de un dispositivo que no funciona a la velocidad y el rendimiento originales especificados por el fabricante o el diseño del dispositivo.

$$\text{Índice de Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo ideal de ciclo} \times \text{Cantidad procesada}}{\text{Tiempo de funcionamiento real TFR}}$$

- Índice de calidad: “Estas pérdidas de calidad representan el tiempo que se utiliza para elaborar productos que son defectuosos o que tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde porque el producto se debe desechar o reprocesar. Si todos los productos son perfectos no habría estas pérdidas de tiempo al operar el equipo”. (Silva, 2005).

$$\text{Tasa de Calidad} = \frac{\text{Piezas producidas} - \text{Rechazos}}{\text{Piezas producidas}}$$

Los resultados generales de eficiencia deben conocerse antes de realizar mejoras, en el estado actual, el progreso y después de las mejoras.

#### 2.2.12. Matriz de habilidades

La Matriz de competencias, o Matriz de habilidades, es una representación visual del talento de un empleado, teniendo en cuenta los objetivos de la organización y las necesidades del equipo.

La matriz de competencias de una empresa, presentada en forma de tabla o cuadrícula, proporciona habilidades específicas para medir o monitorear, metas esperadas, niveles de desempeño de los empleados en cada competencia y habilidades que se necesitan y aún no existen. Similar al comunicado correspondiente de los ejecutivos.

- Cuál es el uso real de la matriz de competencias

El primero ayuda a evaluar las habilidades necesarias para un proyecto o equipo. Para hacer esto, debe hacer una lista de las habilidades que necesita para terminar el trabajo. Realizar este ejercicio suele ayudar en la formación de un equipo o en la adopción de un nuevo perfil. Luego, Matrix proporciona información sobre las competencias que existen en su equipo o empresa. Por ejemplo, si su proyecto requiere habilidades empresariales y análisis de datos, puede utilizar su "base de datos" interna de habilidades para comenzar a encontrar a la persona adecuada. También es una excelente manera de identificar y descubrir talento en su organización. Crear una matriz de habilidades laborales puede verse demasiado difícil para ser una herramienta de diagnóstico. De hecho, los usos de Talent Matrix son muy diversos y mucho más dinámicos de lo que parecen. Estos son algunos de sus principales usos.

- ❖ Aclarar las expectativas: los empleados tienden a desempeñarse mejor cuando entienden exactamente lo que se espera de ellos.
- ❖ Autoconocimiento: los empleados saben cuáles son sus habilidades más importantes y dónde pueden mejorar de acuerdo con los estándares de la empresa.

- ❖ Formación de equipos de trabajo: es una de las mejores herramientas en la matriz de habilidades. Los directivos pueden construir equipos más fuertes con las habilidades que más necesitan.
- ❖ Identificación de mejoras: la creación de una matriz de habilidades laborales hace más que simplemente permitir conocer las habilidades existentes de su empresa. A menudo, su principal ventaja es descubrir exactamente lo que falta.
- ❖ Soporte de reclutamiento: Conocer las habilidades que tiene su empresa y las habilidades que necesita integrar hará que el proceso de reclutamiento sea más preciso.

- Analizar competencias

El diseño de la matriz de competencias depende de las necesidades del caso individual, pero se puede definir el número de competencias comunes a analizar:

- ❖ Trabajo por resultados: La capacidad de lograr metas establecidas individualmente y como parte de un equipo. Cada vez es más habitual establecer este tipo de sistemas para evaluar el desempeño profesional.
- ❖ Nivel de autodesarrollo o autonomía: es importante evaluar la autonomía y la capacidad de un empleado para realizar tareas sin la supervisión o el control de otros en el equipo.
- ❖ Trabajo en equipo: Esta es definitivamente una habilidad blanda y es cada vez más apreciada por las empresas. Se espera que las personas trabajen y cooperen como un equipo.
- ❖ Enfatizar las necesidades o requisitos del cliente: Centrarse en el cliente es otra habilidad muy valiosa ya que las empresas se esfuerzan por mejorar la experiencia del cliente.
- ❖ Productividad: medir la productividad de los empleados no es fácil, pero es una de las capacidades comúnmente consideradas en las matrices de desempeño y las evaluaciones de desempeño.
- ❖ Calidad de servicio: La productividad es importante, pero también lo es la buena calidad de lo que se produce. Esto significa que sus obligaciones se cumplen bajo estándares mínimos.

- ❖ Capacidad para el trabajo bajo presión: otra competencia a valorar positivamente es la capacidad de trabajar bajo presión; es decir, con altas exigencias o plazos de tiempo muy reducidos.
- ❖ Capacidad de respuesta: La capacidad de encontrar la solución correcta a un problema inesperado. La capacidad de respuesta es importante en el trabajo diario.
- ❖ Liderazgo: No todos nacen para liderar, pero es importante reconocer a las personas de su organización que tienen las habilidades para liderar equipos y personas. Esto es especialmente útil a la hora de decidir sobre una promoción.
- ❖ Motivación: Medir la motivación de los empleados proporciona información valiosa para implementar medidas que mejoren este aspecto y aumenten la conciencia de pertenencia.

### 2.3 Definición de términos básicos

#### ➤ Mantenimiento

Se define como “El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que estos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.” (Botero, 1993, p. 35).

#### ➤ Eficiencia

La eficiencia significa "operar de modo que los recursos sean utilizados de forma más adecuada" (Da Silva, 2002).

#### ➤ Disponibilidad

“Relación entre la diferencia del número de horas del periodo considerado (horas calendario) con el número de horas de intervención por el personal de mantenimiento (mantenimiento preventivo por tiempo o por estado, mantenimiento correctivo y otros servicios) para cada ítem observado y el número total de horas del periodo considerado” (Tavares, 1999).

#### ➤ Calidad

“El logro de la satisfacción de los clientes a través del establecimiento adecuado de todos sus requisitos y el cumplimiento de los mismos con procesos eficientes, que permita así a la organización ser competitiva en la industria y beneficie al cliente con precios razonables” (Vásquez, 2007).

➤ Productividad

“Medir la eficiencia de producción por cada factor o recurso utilizado, entendiendo por eficiencia el hecho de obtener el mejor o máximo rendimiento utilizando un mínimo de recursos”. (Kazukiyo, 1991).

➤ Reparación de Defecto

“Reparación de Equipos que presentan variaciones en su estado, como ya fue definido, para la condición de Defecto – mantenimiento preventivo por estado”. (Tavares , 1999, p. 23).

➤ Vida Útil

“Tiempo que bajo unas condiciones dadas comienza en un instante de tiempo determinado y termina cuando la tasa de fallos se hace inaceptable, o bien cuando el elemento se considera irreparable como resultado de una avería o bien de otros factores relevantes”. (Peña, 2001).

➤ Distribución de planta

“La distribución en planta consiste en la ordenación física de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución de área, en la determinación de las figuras formas relativas y ubicación de los distintos departamentos”. (De la Fuente y Fernández, 2005).

➤ Diagrama de Ishikawa

“Es uno de los instrumentos más útiles y sencillos que se usan dentro de los grupos de trabajo para comenzar a dar solución a los problemas detectados como prioritarios usando el principio de Pareto. También se le conoce como esqueleto de pescado, por su forma, o diagrama de causa efecto por tener como cabeza de

pescado a un problema o efecto de alguna acción y las espinas vertebrales como las causantes de tal efecto”. (Mercado, 1991).

➤ Diagrama de operaciones de proceso

“El diagrama de proceso de operación es la representación gráfica de un trabajo en el que solo intervienen operaciones y, en forma aislada, inspecciones y entrada o salida de material”. (Ramírez, 1991).

➤ Capacitación

“La capacitación es un proceso de preparación para el desempeño de una actividad productiva, que tiene por objetivo facilitar al usuario la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades y actitudes”. (Montero, 2012).

➤ Factor humano

“Comprende el conjunto de actuaciones humanas que pueden ser origen de accidente. Se les denomina también actos peligrosos prácticas inseguras”. (Cortés, 2018).

➤ Cuello de botella

“Aquellas actividades que reducen el proceso de producción, incrementando los tiempos de espera y disminuyendo la productividad, lo cual, generalmente crea un aumento en el costo final del producto”. (Equipo de redacción de Drew, 2019)

➤ Equipo

Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo. (Herrera, 2015)

➤ Factor técnico

Incluyen todas las situaciones o condiciones graves que podrían causar un accidente. También se conocen como condiciones materiales o inciertas. (Cortés, 2018)

## CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

### 3.1. Hipótesis

#### 3.1.1. Hipótesis general

Si se aplica las herramientas TPM mejorará la eficiencia de los equipos en una empresa de lavandería.

#### 3.1.2. Hipótesis específicas

- a. Si se aplica un análisis de averías mejorará la disponibilidad de los equipos de una empresa de lavandería.
- b. Si se aplica un mantenimiento autónomo reducirá los paros no planificados de los equipos por falta de limpieza en una empresa de lavandería.
- c. Si se aplica una matriz de habilidades reducirá las fallas por errores humanos en los equipos de una empresa de lavandería.

### 3.2. Variables

#### 3.2.1. Definición conceptual de las variables

La variable independiente de la investigación es: Herramientas TPM.

Las dimensiones de la variable independiente son:

- Análisis de averías
- Mantenimiento Autónomo.
- Matriz de habilidades.

La variable dependiente de la investigación es: Eficiencia.

Las dimensiones de la variable dependiente son:

- Disponibilidad:
- Paros no planificados
- Fallas por errores humanos:

Los Indicadores son:

- a. Disponibilidad =  $MTBF / (MTBF + MTTR)$  (semanal)
- b. Tiempos de paros por falta de limpieza (semanal)
- c. Tiempos de paros por errores humanos (semanal)

### 3.2.2. Operacionalización de las variables

Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
ANÁLISIS DE AVERÍA	Si / No	Según Bernasconi (2010). El análisis de falla como una actividad destinada a descubrir y eliminar la causa raíz de la misma y subraya que es una tarea compleja que requiere varias etapas, agentes y metodologías.	Reporte semanal de fallos y averías en los equipos
Mantenimiento Autónomo	Si / No	Según Vázquez (2016), Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada.	Elaboración de protocolos de mantenimiento autónomo, cronograma, recursos y capacitación para su ejecución
Matriz de habilidades	Si / No	Una matriz de habilidades proporciona información sobre los conocimientos y las competencias requeridas por una persona para desempeñar un rol dentro de un equipo de trabajo.	Capacidad de un equipo realice sus funciones en un tiempo establecido
Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional
Disponibilidad	Disponibilidad ad $= \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$ (semanal)	“Disponibilidad es la probabilidad, en el tiempo, de asegurar un servicio requerido. También se puede definir como el porcentaje de equipos o sistemas útiles en un determinado momento, frente al parque total de equipos o sistemas” (González Fernández, Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado, 2012, pág. 76).	Capacidad de un equipo realice sus funciones en un tiempo establecido
Paros no Planificados por falta de limpieza	Tiempos de paros por falta de limpieza (semanal)	Los paros no programados son todos esos eventos imprevistos que nos obligan a detener un equipo o una máquina para resolver algún problema.	Reporte de fallas no planificadas por falta de mantenimiento en los equipos por semana
Fallas por errores humanos	Tiempos de paros por errores humanos (semanal)	El error humano puede definirse como un conjunto de variables que afectan al desempeño global de la empresa	Reporte de la cantidad de fallas por errores humanos en los equipos por semana

## CAPÍTULO IV: MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Tipo y nivel

- Tipo de la investigación

Según López (2014), afirma que: “el enfoque de la Investigación Aplicada: Tiene por objetivo resolver un determinado problema o planteamiento específico, enfocándose en la búsqueda y consolidación del conocimiento para su aplicación y, por ende, para el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico”. (p. 80)

Este trabajo utiliza una investigación de tipo aplicada, debido a que depende de los conocimientos de otras investigaciones, como las herramientas del TPM, matriz de habilidades o de competencia, mantenimiento autónomo, con el fin de reducir las paradas de los equipos por malos usos o limpieza de los mismos y así tener una mayor eficiencia de estos.

- Método de la investigación

Según Baptista (2014), los métodos de investigación explicativos: “pretenden establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o porque se relacionan dos variables”. (p. 95)

Por lo tanto, esta investigación cumple con las características de ser del nivel explicativo, dado que busca identificar en qué medida la aplicación de herramientas tpm mejora la eficiencia de los equipos explicando con mayor profundidad la relación de las variables dependiente e independiente mediante (causa – efecto) de tal manera que nos proporcione un entendimiento más eficiente de la problemática utilizando la recolección de datos como fuente de información principal.

### 4.2. Diseño de la investigación

Según Cook & Campbell (1986), Considere el cuasi-experimento de la siguiente manera. Una alternativa a los experimentos de asignación aleatoria. No se puede suponer inicialmente que diferentes grupos de tratamiento sean equivalentes dentro del error de muestreo. Sin embargo, puede trabajar con variables independientes.

La investigación es de tipo encuesta cuasi-experimental porque la población que forma parte de esta encuesta es preseleccionada utilizando datos que se conservan como datos históricos para las empresas de lavandería. Este tipo de investigación se caracteriza por ser descriptiva. Consiste en observar el comportamiento individual y diversas variables sociales y recoger datos cualitativos y cuantitativos.

#### 4.3. Población y muestra

“La población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”. (Hernández R; Fernández C; Baptista P, 2014, p.174)

“La muestra es el subgrupo de la población del cual se recopilan los datos y debe ser representativa de ésta”. (Hernández R; Fernández C; Baptista P, 2014, p.170).

La población y muestra del presente estudio se detalla a continuación:

##### ✓ Variable Dependiente 01 – Disponibilidad

$Disponibilidad = \frac{MTBF}{(MTBF + MTTR)}$  (semanal)

##### ● Población

La población delimitada para la investigación fue el total de los equipos de lavado en la empresa Lavandería Centenario EIRL.

Población PRE: 10 lavadoras al agua, desde semana 12 hasta semana 17 del 2022

Población POST: 10 lavadoras al agua, desde semana 26 hasta semana 31 del 2022.

##### ● Muestra

La muestra seleccionada será la disponibilidad de los equipos lavadoras Extract. UWT045N2 20kg.

Muestra PRE: Disponibilidad de los equipos lavadoras Extract. UWT045N2, desde semana 12 hasta semana 17 del 2022.

Muestra POST: Disponibilidad de los equipos lavadoras Extract. UWT045N2, desde semana 26 hasta semana 31 del 2022.

##### ✓ Variable Dependiente 02 – Paros no Planificados por falta de limpieza

#### Tiempos de paros por falta de limpieza (semanal)

- Población

La población delimitada para la investigación fue el total de paradas no planificadas por falta de limpieza de los equipos de la Lavandería Centenario EIRL.

Población PRE: Total de paradas no planificadas por falta de limpieza de los equipos de lavado, desde semana 12 hasta semana 17 del 2022.

Población POST: Total de paradas no planificadas por falta de limpieza de los equipos de lavado, desde semana 26 hasta semana 31 del 2022.

- Muestra

La muestra seleccionada será las paradas no planificadas por falta de limpieza de los equipos lavadoras Extract UWT045N2 de la Lavandería Centenario EIRL.

Muestra PRE: Paradas no planificadas por falta de limpieza de los equipos lavadoras Extract UWT045N2, desde semana 12 hasta semana 17 del 2022.

Muestra POST: Paradas no planificadas por falta de limpieza del equipo lavadoras Extract UWT045N2, desde semana 26 hasta semana 31 del 2022.

- ✓ Variable dependiente 03: Fallas por errores humanos

#### Tiempos de paros por errores humanos (semanal)

- Población

La población delimitada para la investigación fue los registros de fallas por errores humanos en las lavadoras de la empresa Lavandería Centenario EIRL.

Población PRE: Registros de fallas por errores humanos de las lavadoras, desde semana 12 hasta semana 17 del 2022.

Población POST: Registros de fallas por errores humanos de las lavadoras, desde semana 26 hasta semana 31 del 2022.

- Muestra

La muestra seleccionada será los registros de fallas por errores humanos en las lavadoras de la empresa Lavandería Centenario EIRL.

Muestra PRE: Registros de fallas por errores humanos de las lavadoras, desde semana 12 hasta semana 17 del 2022.

Muestra POST: Registros de fallas por errores humanos de las lavadoras, desde semana 26 hasta semana 31 del 2022.

En la Tabla 6 se muestran las unidades de análisis y las muestras en una situación PRE Test y POST Test.

Tabla 6: Unidad de análisis y Muestra PRE y POST por cada una de las variables

Variable Dependiente	Indicador	Unidad de análisis y periodos	Muestra PRE	Muestra POST
Disponibilidad de lavadoras	Disponibilidad = $MTBF / (MTBF + MTTR)$ (semanal)	Disponibilidad de lavadoras Semana 12 a semana 17 del 2022 y semana 26 a semana 31 del 2022	Registro de disponibilidad de lavadoras desde Semana 12 a semana 17 del 2022	Registro de disponibilidad de lavadoras desde Semana 26 hasta semana 31 del 2022
Paros no Planificados por falta de limpieza	Tiempos de paros por falta de limpieza (semanal)	Paros no planificados por falta de limpieza Semana 12 a semana 17 del 2022 y semana 26 a semana 31 del 2022	Registro de paros no planificados por falta de limpieza desde Semana 12 a semana 17 del 2022	Registro de paros no planificados por falta de limpieza desde Semana 26 a semana 31 del 2022
Fallas por errores humanos	Tiempos de paros por errores humanos (semanal)	Fallas por errores humanos Semana 12 a semana 17 del 2022 y semana 26 a semana 31 del 2022	Registro de fallas por errores humanos de la línea gris, desde semana 12 a semana 17 del 2022	Registro de fallas por errores humanos de la línea gris, desde semana 26 a semana 31 del 2022

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

##### 4.4.1. Técnicas e instrumentos

“Son las encargadas de la implementación instrumental, según el diseño escogido de la investigación y mediante las cuales se obtiene información”. (Muñoz 1996)

- Técnicas

Vizcaya (2002) afirma: “el análisis documental como el análisis documental es un conjunto de operaciones intelectuales, que buscan describir y representar los documentos de forma unificada sistemática para facilitar su recuperación. Comprende el procesamiento analítico-sintético que, a su vez

incluye la descripción bibliográfica y general de la fuente, la clasificación, indización, anotación, extracción, traducción y la confección de reseñas”

Las técnicas suponen desde las estrategias a seguir hasta la puesta en marcha del instrumento a emplear para la obtención de datos o informaciones, sean empíricos o datos abstractos conceptuales, es importante señalar que las técnicas de recolección de datos si pueden ser estrictamente particulares para un proceso de investigación determinada o para el análisis de un objeto en específico y hasta para un aspecto particular del objeto investigado

- Instrumentos

define los registros como todos los libros, artículos, mapas, fotografías u otros materiales documentales, sin importar la forma física o características, hechos o recibidos por alguna institución pública o privada, de acuerdo con sus obligaciones legales o en conexión con las transacciones de sus propios asuntos y conservados o apropiados para la preservación, por la institución o los sucesores legítimos, como evidencia de sus funciones, sus políticas, sus decisiones, sus procedimientos, sus operaciones u otras actividades o por el valor informativo de los datos contenidos en ellos. (Schellenberg 1965)

En concordancia con las técnicas establecidas y con estrategias a seguir para la recolección de datos estarán los instrumentos a emplear que irán desde los más simples y elementales hasta los más sofisticados, puede darse el hecho de crear instrumentos especiales cuando la investigación así lo requiere, y destacar que los instrumentos tienen forma y contenido. Dentro de los instrumentos, sobre todo en la ciencia social en general, tenemos entrevistas, cuestionarios, pautas de observación, bajo distintas modalidades de acuerdo a lo anterior, qué preguntar y qué observar serán el resultado de la operación efectuada. El punto de las técnicas de recolección de datos y de los instrumentos empleados para la obtención de los mismos merecía una obra o tratamiento independiente dado lo complejo que es hablar de técnicas y el desarrollar cada una de los instrumentos típicos a emplear. De lo expuesto afirmamos que del empleo de técnicas e instrumentos obtenemos datos, o información que será empleada por el investigador para lo cual deberá hacer:

- ❖ **Procesamiento de datos:** La información obtenida en forma bruta deberá ser discriminada, seleccionada y ordenada tomando en cuenta el problema a resolver y las proposiciones fundamentales sobre las cuales se lleva a cabo la investigación, en consideración con el marco teórico base se requiere de un trabajo de clasificación, todas estas tareas y otras más es lo que se conoce como procesamiento de datos; para poder llevar a cabo dicho procesamiento será necesario, en ocasiones, dependiendo de las técnicas e instrumentos empleados, sujetar los datos, a un tratamiento estadístico y en consecuencia su correspondencia inferencia estadística, sobre ello existen otras abundantes, En este punto se cierra el momento técnico del proceso de investigación.
- ❖ **Análisis de los datos:** una vez procesados los datos nos llevan a retomar la labor indagatoria para que mediante la reflexión y con base en los datos empíricos o informaciones obtenidas tratemos de obtener respuesta al problema, por lo que se infiere que habrá de analizar críticamente la información efectuando labores de sistematización y análisis global de la misma.

En la Tabla 7 se muestran las técnicas a emplear en el presente estudio; así como, los instrumentos a utilizar para cada una de ellas.

Tabla 7: Técnicas e instrumentos

Variable Dependiente	Indicador	Técnica	Instrumento
Disponibilidad	Disponibilidad $=\text{MTBF}/((\text{MTBF}+\text{MTTR}))$ (semanal)	Análisis documental	Registro de contenido “Registro de disponibilidad de las lavadoras”
Paros no Planificados por falta de limpieza	Tiempos de paros por falta de limpieza (semanal)	Análisis documental	Registro de contenido “Registro de paradas no planificadas por falta de limpieza de las lavadoras”
Fallas por errores humanos	Tiempos de paros por errores humanos (semanal)	Análisis documental	Registro de contenido “Registro de fallas por errores humanos de las lavadoras”

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2. Criterios de validez y confiabilidad de los instrumentos

- **Criterio de validez**

Según Bernal (2006), “La validez indica el grado con que pueden inferirse conclusiones a partir de los resultados obtenidos. Por lo tanto, un

instrumento de medición es válido cuando mide aquello para lo cual está destinado”.

- Criterio de confiabilidad

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), “La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales” (p.200).

En función a la técnica e instrumento elegido se determinará el criterio de validez y confiabilidad para las 3 variables. Para la primera, segunda y tercera variable, el criterio de validez y confiabilidad será dada por la empresa en función al análisis de la documentación proporcionada, dado que es información real.

#### 4.4.3. Procedimientos para la recolección de datos

El plan consistió en la recopilación de datos sobre la disponibilidad de registros, registrar paradas no planificadas por falta de limpieza y fallas en los procesos por errores humanos, para obtener información histórica e indicadores en el primer trimestre del 2022.

Luego, en el presente estudio se analizó los datos mediante los registros proporcionados por parte de la empresa, para realizar un análisis de averías, un mantenimiento autónomo y una matriz de habilidades.

Finalmente, comparamos los nuevos indicadores obtenidos mediante el uso de las herramientas de mejora y poder corroborar las hipótesis planteadas.

#### 4.5. Técnicas para procesamiento y análisis de la información

Las variables ya definidas anteriormente y sus respectivos indicadores posibilitan la medición, análisis y validación de datos, proporcionando información suficiente y necesaria para el análisis de los resultados de la investigación. La matriz de análisis de datos que se muestra se crea para este propósito. La Tabla 8 muestra las técnicas utilizadas en este estudio. Similar al instrumento utilizado para esto.

Tabla 8: Técnicas de procedimientos y análisis de datos

Variable Dependiente	Indicador	Escala de medición	Estadísticos descriptivos	Análisis inferencial
Disponibilidad	Disponibilidad= $\frac{MTBF}{(MTBF+MTTR)}$ (semanal)	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda)  Dispersión (varianza, desviación estándar)	T de Student de muestras relacionadas
Paros no Planificados de limpieza	Tiempos de paros por falta de limpieza (semanal)	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda)	T de Student de muestras relacionadas
Fallas por errores humanos	Tiempo de paros por errores humanos (semanal)	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana y moda)  Dispersión (varianza, desviación estándar)	T de Student de muestras relacionadas

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1. Diagnóstico y situación actual

#### 5.1.1. Antecedentes

La empresa de lavandería en estudio de dicha investigación tiene un ámbito nacional cuya actividad profesional se centra en el lavado de todo tipo de prendas de vestir. Desarrolla su labor profesional tanto como empresas privadas y público en general. Tiene más de 12 años de creación, con una facturación promedio de 90 mil soles anuales y cuenta con varias sucursales en diferentes distritos de Lima para una mayor comodidad y disponibilidad a sus clientes y futuros clientes (Ver Figura 13).

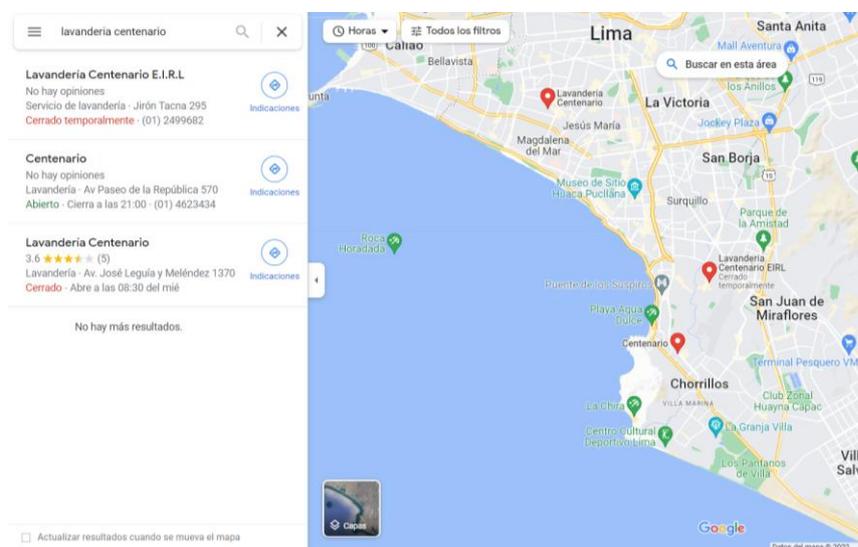


Figura 13: Ubicación detallada de la planta de la Lavandería Centenario EIRL

Fuente: Google maps

La empresa durante el tiempo que tiene en el mercado ha brindado sus servicios a toda clase de personas, así como empresas privadas como paraíso, hostales, clínicas etc. También a pequeñas lavanderías que necesitan ayuda con prendas más complejas u edredones de todo tamaño.

- Misión

Ser una empresa líder en el mercado de Lavanderías utilizando los mejores productos del mercado que cuiden las prendas para brindar un servicio de calidad que satisfagan las necesidades de nuestros clientes.

- **Visión**  
Brindar al mercado servicios de lavandería con estándares de calidad y puntualidad, priorizando la atención a nuestros clientes con el mayor detalle, para que sus requerimientos sean satisfechos según sus necesidades.
  
- **Política de Calidad**  
Lograr la satisfacción de nuestros clientes.  
Ofrecer servicios con estándares de calidad.  
Mantener la confianza y el respeto de nuestros clientes a través de un trabajo personalizado con puntualidad, responsabilidad y eficiencia.  
Promover la cooperación y comunicación entre los colaboradores.
  
- **Objetivos de la Calidad**  
Mejorar los procesos.  
Cumplir con los tiempos de entrega de prendas.  
Entregar al cliente la cantidad de prendas recibidas.  
Mantenernos a la vanguardia con la tecnología.
  
- **Responsabilidad**  
Tiene el compromiso de dar el mejor servicio a una excelente calidad y un precio cómodo al alcance de todo el público.  
Especialista en lavado de todo tipo de prenda de vestir.  
Posee un transporte que se encarga de recoger y entregar las prendas en las diferentes sucursales y concesionarios.

#### 5.1.2. Generalidades

Una de las preocupaciones más grandes de la empresa de lavandería en estudio es la falta de eficiencia de los equipos por diferentes causas y motivos que a la larga perjudica en el tiempo del proceso de lavado de prendas ocasionando al final un atraso en la línea productiva y finalmente una molestia por el tiempo de espera de los clientes en general.

Para el proceso de lavado la empresa cuenta con 7 lavadoras industriales, pero por una serie de motivos esta no tiene un desempeño adecuado según los estándares normales de funcionamiento lo cual fue el motivo por el cual se desarrolló dicho trabajo.

El problema encontrado dentro del área de trabajo en el cual en la lavandería es el área de lavado al agua es un plan de mantenimiento propio a cada lavadora luego de una jornada de trabajo para mejorar la eficiencia de los equipos para dar un óptimo servicio a todos sus clientes en general.

Pues se pudo encontrar que no se practica el mantenimiento autónomo muy necesario en cada máquina por las horas de trabajo que realizan porque el personal no está capacitado para hacerlo esperando así horas o hasta días para que un técnico venga a revisarlo concluyendo en un paro de la maquinaria afectando los tiempos de entrega y procesos ya que los otros equipos deben desarrollar el trabajo adicional por la lavadora descompuesta.

Las lavadoras al no tener una checklist para efectuar los mantenimientos no existe un historial de mantenimiento autónomo de cada una de ellas lo cual debería ser lo ideal para que las maquinarias no tengan esos paros intempestivos o imprevistos a cada momento.

Asimismo, no se tiene un correcto análisis de las posibles causas que puedan ocasionar los paros de las lavadoras para sí tener una correcta medida de los problemas que puedan suceder, así como posibles efectos que trae consigo y si es una dificultad que tenga que venir el técnico o uno mismo con un conocimiento básico del funcionamiento pueda resolverlo de forma inmediata. Para esto también se detectó la falta de capacitación del personal de trabajo en la lavandería a su vez una incorrecta decisión de toma de personal ya que este debe cumplir con estándares de conocimiento que pueda dar una correcta manipulación de los equipos.

Estas fallas presentes en las lavadoras se midieron el tiempo en minutos en los cuales presentan paros en el transcurso de cada semana para los diferentes problemas que se presentan en la empresa, así como la disponibilidad el cual está en porcentaje que tiene cada una de las máquinas.

## 5.2. Presentación de Resultados

### ❖ Objetivo específico 01

Para la implementación de un análisis de averías que permita incrementar la disponibilidad de las lavadoras al agua, primero se hizo una investigación de los posibles causas y problemas que pueda tener la lavadora a lo largo de su vida útil para así preparar un plan que permita aumentar la disponibilidad de las lavadoras en la empresa.

### ➤ Situación Antes (Pre Test)

La falta de análisis de averías conduce a paradas no planificadas en la línea de lavado y en última instancia, causa problemas en el proceso de servicio de la lavadora Extract UWT045N2.

Se evidenciaron problemas en el área de conexiones del tanque de agua a la lavadora, así como en el propio equipo, esto se originó por un desgaste de por el tiempo de uso que este lleva Todo esto ha resultado en interrupciones inesperadas en el proceso de producción debido a la baja disponibilidad de la lavadora Extract UWT045N2.

Para tener un mejor detalle del percance que afecta en la empresa se ejecutó un análisis de documentos para conocer la frecuencia de los paros no planeados para determinar el tiempo de paros no planeados en las lavadoras PRE TEST durante el periodo de estudio (21 de marzo de 2022 al 1 de mayo de 2022), Se realizó un análisis de documentos para determinar la frecuencia de las interrupciones no planificadas del equipo Extract UWT045N2 de manera rutinaria utilizando información de los registros históricos de mantenimiento del equipo. La información obtenida se registró en un formato llamado Registro de tiempos de paradas no planificadas de la lavadora Extract UWT045N2. Este campo nos dio la información que necesitábamos para determinar el tiempo de inactividad no planificado.

La fórmula de disponibilidad aplicada es:

$$\text{Disponibilidad} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

El formato de Registro de disponibilidad de las lavadoras (Ver Tabla 9) contiene el siguiente detalle:

Tabla 9: Formato de registro de la disponibilidad de las lavadoras Extract UWT045N2

Registro de disponibilidad de las lavadoras
---

Año	2022	
Tiempo de operación	540	minutos / día
Equipo		

Enero	Frecuencia	Tiempo de inactividad	MTB F	MTT R	Disponibilida d
Día 1					
Día 2					
Día 3					
Día 4					
Día 5					
Día 6					
Día 7					
Día 8					
Día 9					
Día 10					
Día 11					
Día 12					
Día 13					
Día 14					
Día 15					
Día 16					
Día 17					
Día 18					
Día 19					
Día 20					
Día 21					
Día 22					
Día 23					
Día 24					
Día 25					
Día 26					
Día 27					
Día 28					
Día 29					
Día 30					
Día 31					
Promedio Mes					

Fuente: Elaboración Propia

➤ Muestra antes

El tiempo de inactividad semanal promedio no planificado es 368 minutos

Tabla 10: Tiempo de paradas no planificadas Pre Test

Equipo	Fallas	Frecuencia	Semanas	Tiempo (Min)	MTBF	MTTR	Disponibilidad %
Extract UWT045N2	Falla de ingreso de agua (empaquete lavador 1 y 3)	1	Semana 12	289	983,67	139,33	87,19
Extract UWT045N2	Exceso de peso de tambor falla de lavado (lavadora 2 y 1)	1	Semana 12	179	1530,50	164	85,43
Extract UWT045N2	Rompimiento de la faja (lavadora 2 y 6)	1	Semana 12	98	1571	157,5	90,89
Extract UWT045N2	Falla de motor por humedad (lavadora 5)	1	Semana 13	178	1531	189	89,01
Extract UWT045N2	Cambio de rodaje (lavadora 4)	1	Semana 13	169	1535,50	245	86,24
Extract UWT045N2	Falla de ingreso de agua (empaquete lavador 5)	1	Semana 13	125	1557,50	172,5	90,03
Extract UWT045N2	Exceso de peso de tambor falla de lavado (lavadora 3)	1	Semana 14	196	1522	215	87,62
Extract UWT045N2	Cambio de rodaje (lavadora 6)	1	Semana 14	164	1538	174	89,84
Extract UWT045N2	Falla de transformador (lavadora 2)	1	Semana 15	174	1533	189	89,02
Extract UWT045N2	Falla de tarjeta de comando (lavadora 4)	1	Semana 15	158	1541	187	89,18
Extract UWT045N2	Falla de programa de lavado (lavadora 4)	1	Semana 15	136	1552	173,5	89,94
Extract UWT045N2	Falla de switch de energía (lavadora 6)	1	Semana 16	181	1529,50	174	89,79
Extract UWT045N2	Falla de motor por humedad (lavadora 1)	1	Semana 16	197	1521,50	245	86,13
Extract UWT045N2	Fuga de agua por goma de puerta de puerta gastada (lavadora 3)	1	Semana 17	202	1519	264	85,19
Extract UWT045N2	Rompimiento de la faja (lavadora 5)	1	Semana 17	117	1561,50	160,5	90,68
Extract UWT045N2	Falla de programa de lavado (lavadora 2)	1	Semana 17	148	1546	214	87,84

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

El promedio semanal de la disponibilidad fue del 88.66%

Tabla 11: Disponibilidad Pre Test

Semana	Disponibilidad Extract UWT045N2 %
Semana 12	89,60
Semana 13	88,43
Semana 14	88,73
Semana 15	89,38
Semana 16	87,96
Semana 17	88,82
Problema General	88,66

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

➤ Aplicación de la Teoría (Variable Independiente)

Se presenta un diagrama (Ver Figura 14) para detallar los pasos aplicados en la teoría:

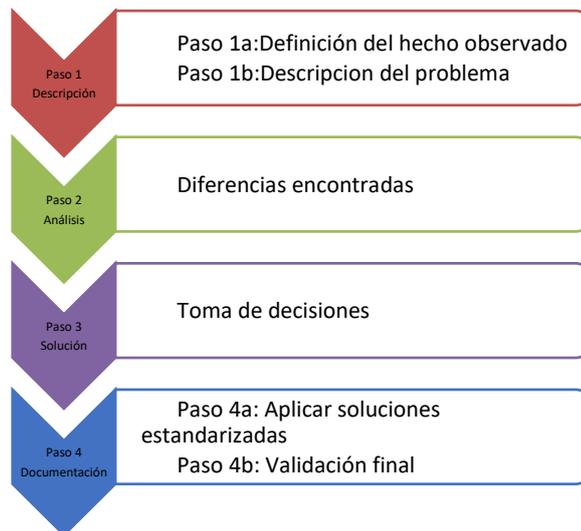


Figura 14: Pasos del análisis de averías

Fuente: Elaboración Propia

El objetivo es aumentar disponibilidad de las lavadoras de la compañía, que actualmente se encuentra en un promedio de 88,66%, con una meta de 92,36%.

Por lo tanto, se inicia la ejecución de los siguientes pasos:

Paso 1: Descripción

✓ Paso 1a: Definición del hecho observado

Los equipos Extract UWT05N2 muestran una baja disponibilidad debido a múltiples fallas del instrumento debido a muchos factores internos y

externos. Como se muestra en la Tabla 12, para aumentar esta disponibilidad se encontró que los equipos del área de lavado de la empresa tienen una utilización promedio de 88,66%

A continuación, los tiempos de paradas por semana se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12: Número de paradas no planificadas del equipo Extract UWT05N2 Pre Test

Semana	Frecuencia	Tiempo de inactividad (minutos)	%	% acumulado
Semana 12	3	566	21	21
Semana 13	3	472	17	38
Semana 14	2	360	13	52
Semana 15	3	468	17	69
Semana 16	2	378	14	83
Semana 17	3	467	17	100
Total	16	2711	100	

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Elaboración: Propia

A continuación, las fallas de cada semana se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13: Fallas de cada semana del equipo Extract UWT05N2 CH7 Pre Test

Semana	Falla
Semana 12	Falla de ingreso de agua (empaquete lavadora 1 y 3), exceso de peso de tambor falla de lavado (lavadora 2 y 1), rompimiento de la faja (lavadora 2 y 6)
Semana 13	Falla de motor por humedad (lavadora 5), cambio de rodaje (lavadora 4), falla de ingreso de agua (empaquete lavadora 5)
Semana 14	Exceso de peso de tambor falla de lavado (lavadora 3), cambio de rodaje (lavadora 6)
Semana 15	Falla de transformador (lavadora 2), falla de tarjeta de comando (lavadora 4), falla de programa de lavado (lavadora 4)
Semana 16	Falla de switch de energía (lavadora 6), falla de motor por humedad (lavadora 1)
Semana 17	Fuga de agua por goma de puerta gastada (lavadora 3). Rompimiento de la faja (lavadora 5), falla de programa de lavado (lavadora 2)

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Elaboración: Propia

✓ Paso 1b: Descripción del problema

¿Qué está pasando?

Desde la semana 12 hasta la semana 17, hubo 16 interrupciones que afectaron la disponibilidad. Esto se debe a Falla de ingreso de agua, Exceso de peso de tambor falla de lavado, Rompimiento de la faja, Falla de motor por humedad, Cambio de rodaje, Falla de ingreso de agua, Falla de transformador, Falla de tarjeta de comando, Falla de programa de lavado, Falla de switch de energía, Fuga de agua por goma de puerta de puerta gastada. Cada uno de estos provocó 2711 minutos de tiempo de inactividad, lo que redujo la disponibilidad de las lavadoras.

Paso 2: Análisis

Esta parte del análisis de fallas requirió el apoyo conjunto del jefe de mantenimiento y la intervención de operadores del mismo equipo del Extracto UWT05N2 para la realización de un formato de análisis de averías (Ver Tabla 14). Para tener una mayor claridad los planes que se podrían realizar para solución de los diferentes problemas encontrados.

Tabla 14: Formato del análisis de averías para los equipos

<b>Formato del análisis de averías para los equipos</b>				
<b>Fecha:</b>		<b>Ficha Nº:</b>		
<b>Realizado por:</b>				
<b>Datos del equipo</b>				
<b>Equipo:</b>				
<b>Elementos asociados:</b>				
<b>Función:</b>				
<b>Calificación Criticidad</b>	<input type="checkbox"/> Crítica	<input type="checkbox"/> Importante	<input type="checkbox"/> Poco importante	<input type="checkbox"/> Normal
<b>Averías del equipo</b>				
<b>Naturaleza</b>	<input type="checkbox"/> Mecánica	<input type="checkbox"/> Electrónica	<input type="checkbox"/> Eléctrica	<input type="checkbox"/> Hidráulica
	<input type="checkbox"/> Neumática	<input type="checkbox"/> Otros		
<b>Tipo de fallo</b>	<input type="checkbox"/> Progresivo	<input type="checkbox"/> Parcial	<input type="checkbox"/> Degradación	<input type="checkbox"/> Subito
	<input type="checkbox"/> Total	<input type="checkbox"/> Oculto	<input type="checkbox"/> Evidente	<input type="checkbox"/> Multiple
<b>Consecuencias</b>				
<b>Producción</b>	<input type="checkbox"/> Sin consec.	<input type="checkbox"/> Bajo rendim.	<input type="checkbox"/> Parada	
<b>Inmovilización</b>	<input type="checkbox"/> Breve	<input type="checkbox"/> Largo	<input type="checkbox"/> Muy largo	
<b>Seguridad</b>	<input type="checkbox"/> Sin daños pers.	<input type="checkbox"/> Posible lesión	<input type="checkbox"/> Riesgo grave	
<b>Medio Ambiente</b>	<input type="checkbox"/> Ninguno	<input type="checkbox"/> Bajo	<input type="checkbox"/> Alto	
<b>Coste directo</b>	<input type="checkbox"/> Bajo	<input type="checkbox"/> Medio	<input type="checkbox"/> Alto	
<b>Frecuencia</b>	<input type="checkbox"/> Ocasional	<input type="checkbox"/> Frecuente	<input type="checkbox"/> Muy frecuente	
<b>Calif. Gravedad</b>	<input type="checkbox"/> Menor	<input type="checkbox"/> Significativo	<input type="checkbox"/> Crítico	<input type="checkbox"/> Catastrófico
<b>Diagnóstico del equipo</b>				
<b>CAUSAS INTRINSECAS</b>		<b>CAUSAS INTRINSECAS</b>		
<input type="checkbox"/> Fallo del equipo <input type="checkbox"/> Desgaste <input type="checkbox"/> Fatigo <input type="checkbox"/> Desajuste <input type="checkbox"/> Otras <input type="checkbox"/> Mal mantenimiento		<input type="checkbox"/> Mala utilización <input type="checkbox"/> Accidente <input type="checkbox"/> No respetar instrucciones <input type="checkbox"/> Error de procedimientos escritos <input type="checkbox"/> Falta de limpieza <input type="checkbox"/> Coordinación <input type="checkbox"/> Otras causas externas		
<b>Solución</b>				
<b>Para resolver la avería</b>				
<b>Para evitar su repetición</b>				

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

✓ Diferencias encontradas

En esta parte se debe realizar una distinción de las fallas más representativas para preparar un estudio más detallado. Se muestra en la Tabla 14 que las lavadoras no se han utilizado durante un total de 2711 minutos. Esto se mencionó anteriormente en la sección de descripción de fallas.

### Paso 3: Solución

#### ✓ Toma de decisiones

Se han desarrollado varios planes de acción y luego se han presentado a mantenimiento para su aprobación. Los planes para cada una de estas averías eran:

- Falla ingreso de agua

Para este primer caso se debe realizar una inspección de manera semanal a cada una de las tuberías que conducen desde la cisterna de agua hasta la máquina o en el mismo equipo se tendrá que desarmar en la parte de ingreso para ver si tiene alguna obstrucción lo cual impide el ingreso de la misma o algún conector de la tarjeta de control que no ejecuta bien la función de ingreso de agua al tambor.

- Falla por exceso de peso en tambor de lavadora.

Para este segundo caso es necesario que al operario del equipo se le enseñe o se le capacite ni bien entré a trabajar el uso correcto y la carga máxima que este pueda cargar ya que el equipo si este es excedido puede dañar de forma periódica hasta el punto que en algún momento haya un paro imprevisto por fallas, rompimiento de algún componente, etc.

- Rompimiento de faja

Para este tercer caso es necesario determinar cuál es tiempo de vida útil de las fajas que se usan ya que al usar el equipo de forma diaria y constante los dientes de la faja se suelen gastar con el tiempo para así tener una mayor proyección de cada cuanto tiempo se debe hacer un cambio de faja previendo que esta se siga desgastando hasta el punto que se rompan y ocasionen paros hasta su reparación.

- Falla de motor por humedad

Para este cuarto caso es necesario verificar en qué condiciones está el motor y ver si no hay alguna fuga de agua del equipo lo cual ocasiona que este se quemé y teniendo que llevar a rebobinar para que se pueda solucionar el problema.

- Cambio de rodaje
 

Para este quinto caso se debe establecer el tipo de rodaje que usa la lavadora, así como su vida útil dependiendo del tiempo que este trabaja durante la semana para que de una forma intempestiva se puede hacer el mantenimiento del equipo y no esperará a que este suceso pase de forma inesperado quitando tiempo de utilidad del equipo.
- Falla transformadora
 

Para este sexto caso se debe de examinar de forma mensual como este trabajador el transformador ya que al ser una maquina americana tiene otro tiempo de energía para lo cual el transformador sirve para que la máquina funciones, pero al igual que cualquier componente este tiene un tiempo de vida útil lo cual requiere de una inspección para prevenir que este se quemé y pueda malograr el equipo de trabajo.
- Falla ingreso de comando
 

Para este séptimo caso más que nada es una correcta selección de personal ya que si se tiene un personal inadecuado para el puesto, este con el tiempo y mal uso que le brinde la vida útil del equipo será menor y más propensa a fallos, paros, etc. que puedan suscitar en un futuro.
- Falla de switch de energía
 

Para este octavo caso en necesario la revisión de cada uno del switch de energía para las lavadoras ya que estos al tener un uso constante pueden fallar de forma intempestiva o también por tener algún cableado hecho de forma incorrecta causará fallos para ellos de debe tener también la colaboración de un electricista especialista en el tema que pueda ver cada uno de estos componentes de forma periódica.
- Falla goma de puerta
 

Para este noveno y último caso es necesario la inspección por parte del operario ya que las gomas de las puertas al ser de un material de jebe se pueden romper por algún imprevisto que pueda pasar, acumular suciedad lo cual impide un uso correcto de la puerta ya que al no cerrar o tener

alguna fuga ocasiona problemas que a su vez da un tiempo de inactividad del equipo hasta su solución.

#### Paso 4: Documentación

##### ✓ Paso 4a: Aplicar soluciones

En este paso, todos los planes de acción ejecutados con éxito mediante un análisis de averías se detallaron los nuevos tiempos en un formato de toma de datos (Ver Tabla 15) para su análisis posterior y comparación con los tiempos pre antes de la implementación.

Tabla 15: Formato de documentación de tiempos luego de implementar las soluciones

<b>Formato de toma de tiempo de los equipos Extract UWT05N2</b>		
<b>Semana</b>	<b>Falla</b>	<b>Tiempo de inactividad</b>

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

##### ✓ Paso 4b: Validación final

Debido al éxito del plan de actuación previo a los fallos anteriores, la gerencia de la empresa aprobó las soluciones de estas averías para que las acciones y recomendaciones dadas sean efectivas ante fallos similares en el futuro.

➤ Situación Después (Post Test)

La aplicación de un análisis de averías, ha permitido incrementar la disponibilidad de las lavadoras de 88.66% a un 92.36%.

Logros:

- Aumento de la producción del equipo debe a una mayor disponibilidad de este.
- Mayor conocimiento del personal de las causas que pueden dañar y parar el equipo de la empresa.
- Aumentó la disponibilidad del equipo al reducir las fallas que las ocasionan dando una mayor preocupación e interés por un equipo en mejor condición y mayor productividad.

➤ Muestra después

Para determinar la disponibilidad de las lavadoras del POST TEST en el periodo de estudio (27 de junio del 2022 hasta 07 de agosto del 2022), se procede a la recolección de los datos de acuerdo a la data de los equipos

Tabla 16: Cálculo de disponibilidad de los equipos – Post Test

Equipo	Fallas	Frecuencia	Semanas	Tiempo (Min)	MTBF	MTTR	Disponibilidad %
Extract UWT045N2	Falla de ingreso de agua (empaquete lavadora 1 y 3)	1	Semana 12	254	2986,00	244	92,45
Extract UWT045N2	Exceso de peso de tambor falla de lavado (lavadora 2 y 1)	1	Semana 12	144	3096,00	294	91,33
Extract UWT045N2	Rompimiento de la faja (lavadora 2 y 6)	1	Semana 12	63	3177,00	281	91,87
Extract UWT045N2	Falla de motor por humedad (lavadora 5)	1	Semana 13	143	3097,00	157	95,18
Extract UWT045N2	Cambio de rodaje (lavadora 4)	1	Semana 13	134	3106,00	211	93,64
Extract UWT045N2	Falla de ingreso de agua (empaquete lavador 5)	1	Semana 13	90	3150,00	311	91,01
Extract UWT045N2	Exceso de peso de tambor falla	1	Semana 14	161	3079,00	181	94,45

	de lavado (lavadora 3)						
Extract UWT045N2	Cambio de rodaje (lavadora 6)	1	Semana 14	129	3111,00	314	90,83
Extract UWT045N2	Falla de transformador (lavadora 2)	1	Semana 15	139	1550,50	143	91,56
Extract UWT045N2	Falla de tarjeta de comando (lavadora 4)	1	Semana 15	123	1558,50	153	91,06
Extract UWT045N2	Falla de programa de lavado (lavadora 4)	1	Semana 15	101	3139,00	313	90,93
Extract UWT045N2	Falla de switch de energía (lavadora 6)	1	Semana 16	146	3094,00	314	90,79
Extract UWT045N2	Falla de motor por humedad (lavadora 1)	1	Semana 16	162	3078,00	214	93,50
Extract UWT045N2	Fuga de agua por goma de puerta de puerta gastada (lavadora 3)	1	Semana 17	167	1536,50	136	91,87
Extract UWT045N2	Rompimiento de la faja (lavadora 5)	1	Semana 17	82	3158,00	287	91,67
Extract UWT045N2	Falla de programa de lavado (lavadora 2)	1	Semana 17	113	3127,00	194	94,16

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

El promedio semanal de la disponibilidad fue del 92.36%

Tabla 17: Disponibilidad Post Test

Semana	Disponibilidad Extract UWT045N2 %
Semana 12	91.80
Semana 13	93.28
Semana 14	92.64
Semana 15	91.18
Semana 16	92.14
Semana 17	92.57
Problema General	92.36

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

❖ Objetivo específico 02

Implementar un plan de mantenimiento autónomo para reducir los paros no planificados de los equipos por falta de limpieza en una empresa de lavandería

Situación Antes (Pre test)

Para determinar el rendimiento de los equipos en el PRE TEST se consideró el periodo de estudio (21 de marzo – 01 de mayo 2022), para lo cual se realizó un análisis documental para conocer el tiempo de uso diario de los equipos, para ello se utilizó los datos del balance histórico del mantenimiento de los equipos. La información obtenida se registra en un formato al cual denominamos Registro de los tiempos de paradas por falta de limpieza de las lavadoras, cuyos campos nos permitieron obtener los datos necesarios para aplicar la fórmula de disponibilidad.

El formato de Registro de tiempos de paradas no planificadas por falta de limpieza de las lavadoras (Ver Tabla 18) contiene el siguiente detalle:

Tabla 18: Formato de registro de los tiempos de paros por falta de limpieza de las lavadoras

Registro de tiempos de paros por falta de limpieza de las lavadoras
---

Año	2022
Tiempo de operación	540
Equipo	

Enero	Falla	Frecuencia	Tiempo de inactividad (minutos)
Día 1			
Día 2			
Día 3			
Día 4			
Día 5			
Día 6			
Día 7			
Día 8			
Día 9			
Día 10			
Día 11			
Día 12			

Día 13			
Día 14			
Día 15			
Día 16			
Día 17			
Día 18			
Día 19			
Día 20			
Día 21			
Día 22			
Día 23			
Día 24			
Día 25			
Día 26			
Día 27			
Día 28			
Día 29			
Día 30			
Día 31			
Promedio Mes			

Fuente: Elaboración Propia

➤ Muestra antes

El promedio semanal de tiempo de paradas por falta de limpieza fue de 170.7 minutos.

Tabla 19: Tiempo de paradas no planificadas Pre Test

Semana	Falla por falta de limpieza	Frecuencia	T. de inactividad (minutos)
Semana 12	Obstrucción del desagüe de la máquina	1	173.8
Semana 13	Obstrucción de filtro por suciedad	2	174.8
Semana 14	Ingreso de detergente sucio por acumulación	2	167.7
Semana 15	Tubería obstruida	1	171.8
Semana 16	Puerta de lavadora obstruida	1	167
Semana 17	Suciedad en el tambor de la lavadora	1	169.5
Promedio General			170.7

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

➤ Aplicación de la Teoría (Variable Independiente)

Se presenta un diagrama (Ver Figura 15) para detallar los pasos aplicados en la teoría:

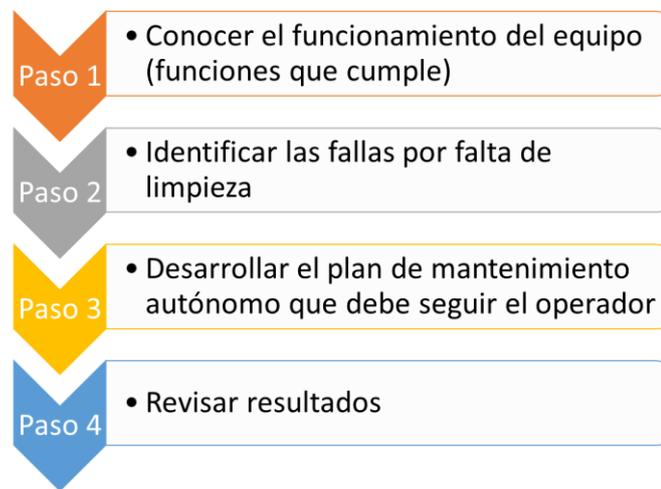


Figura 15: Pasos del mantenimiento autónomo

Fuente: Elaboración Propia

El tiempo de inactividad no planificado de la planta en el área de lavado actualmente promedia un tiempo de paro es de 170.7 minutos y debe reducirse y tener como objetivo un tiempo de 138.7 minutos para que no tengas estos inconvenientes en el futuro próximo.

Por lo tanto, se inicia la implementación de los siguientes pasos:

Paso 1: Conocer el funcionamiento del equipo (función que cumple)

Como primer paso para implementar el plan de mantenimiento autónomo, es necesario comprender completamente la operación y estructura de la instalación y determinar los elementos con alta prioridad los manuales y catálogos de cada proveedor de dispositivos son útiles.

Por otro lado, también necesitas saber el tipo de trabajo que realiza tu equipo, porque de ello depende el buen liderazgo y control de tu equipo. De manera similar, debe considerar si su equipo está trabajando continuamente para administrar la frecuencia del cambio.

A continuación, se detalla el funcionamiento del equipo Extract UWT045N2.

- Equipo Extract UWT045N2: El funcionamiento de este equipo consiste en lavar todo tipo de prendas y luego realizar el proceso de centrifugado por un tiempo determinado de acuerdo a un programa.

## Paso 2: Identificar las fallas por falta de limpieza

En un segundo paso, necesitamos identificar fallas en los equipos debido a la falta de limpieza para comprender mejor el proceso que debemos seguir para reducir el tiempo de inactividad de los equipos.

- Obstrucción del desagüe de la máquina
- Obstrucción de filtro por suciedad
- Ingreso de detergente sucio por acumulación
- Tubería obstruida
- Puerta de lavadora obstruida
- Suciedad en el tambor de la lavadora

A continuación, se mostrarán las imágenes de algunos de los fallos antes mencionados (Ver Figuras 17 y 18) y plano del mismo equipo de trabajo (Ver Figuras 19).

Equipo Extract UWT045N2



*Figura 16:* Equipo Extract UWT045N2

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia



*Figura 17:* Limpieza de ingreso de detergente

Fuente: Área de mantenimiento

Elaboración: Propia



*Figura 18:* Limpieza de Tambor de lavadora

Fuente: Área de mantenimiento

Elaboración: Propia

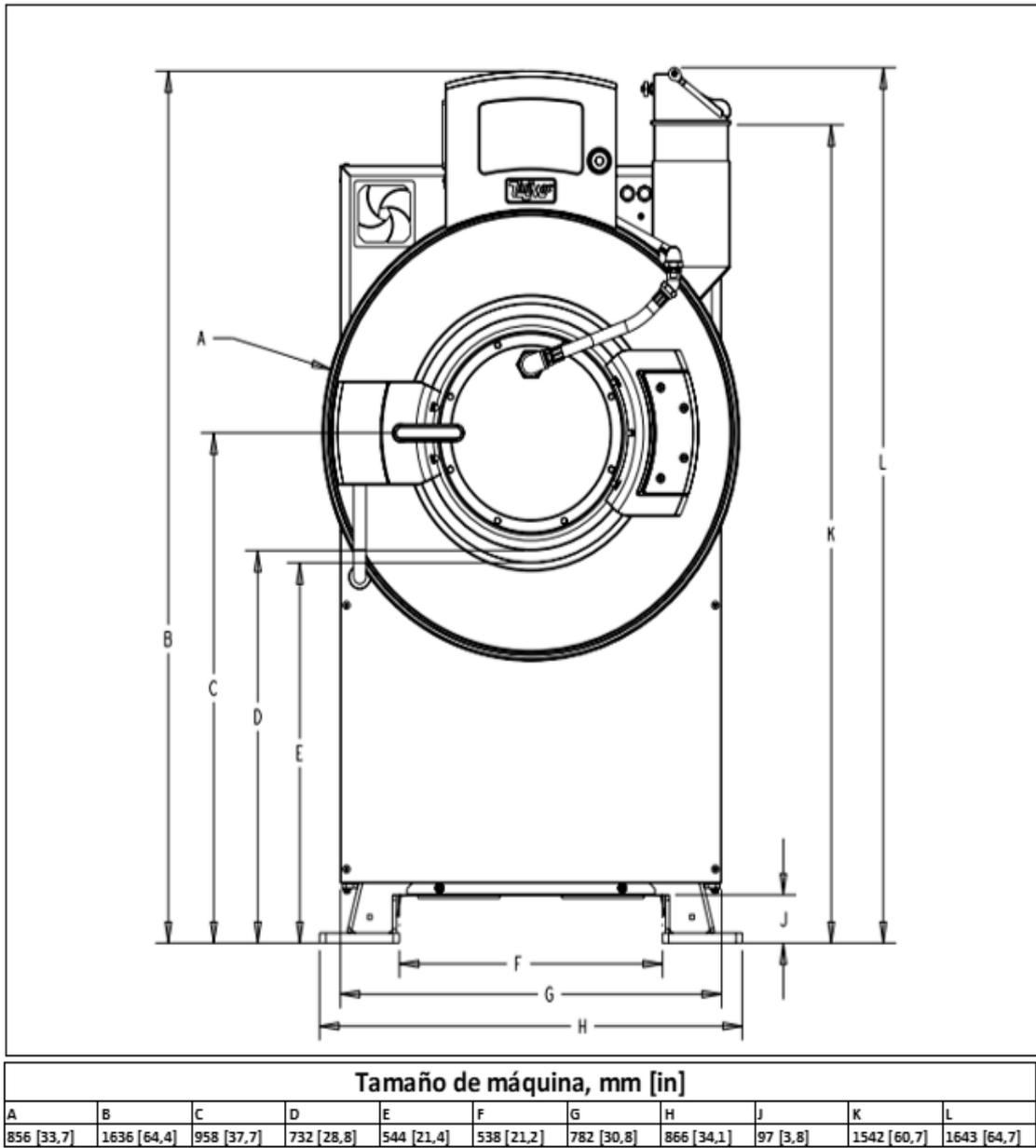


Figura 19: Dimensiones de lavadora Extract UWT045N2

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Elaboración: Propia

Paso 3: Desarrollar los pasos que debe seguir cada operador

Como tercer paso, se utiliza la base histórica de paradas por mala limpieza de los equipos para normalizar la frecuencia con la que se realizan las actividades.

A continuación, se detalla los planes de mantenimiento autónomo de los equipos Extract UWT045N2

Tabla 20: Plan de mantenimiento del equipo Extract UWT045N2

Plan de mantenimiento	Antes	Ahora	Mantenimiento	Comentario
Limpieza del desagüe de la lavadora	No tienen	Mensual	M. autónomo	Revisan del desagüe de la lavadora para que así no tenga obstrucciones por algún imprevisto que pueda pasar y así no tenga un tiempo de para no previsto para solucionar dicho problema.
Limpieza del filtro de la lavadora	No tienen	Mensual	M. Autónomo	Se debe realizar la limpieza del filtro ya que este acumula todas las pelusas, piedras, arena, etc. que puede tener las prendas ya que si no se hace esto se obstruye.
Limpieza de ingreso detergente	No tienen	Semanal	M. Autónomo	Revisión periódica del ingreso de detergente ya que al tener contacto con el ingreso de agua este se acumula de forma frecuente en cada ciclo de lavado
Inspección de tuberías ingreso agua	Mensual	Mensual	M. Autónomo	Revisión de las tuberías de ingreso agua ya que viene de una cisterna y puede tener diferentes componentes que malogren el equipo
Limpieza de la puerta de ingreso de ropa de la lavadora	No tienen	Quincenal	M. Autónomo	Revisión del funcionamiento correcto de la puerta de la lavadora ya que al tener un uso diario y constante la goma que posee tiende a ensuciarse de moho lo cual provoca que tenga un cierto olor o en ocasiones se pegue la puerta.
Limpieza de tambor	No tienen	Quincenal	M. Autónomo	Revisión del tambor de la máquina por alguna parte de alguna prenda que pueda haber quedado (botones, alfileres, etc.)

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

#### Paso 4: Revisar resultados.

Luego de la implementación de un plan de mantenimiento autónomo se estableció un formato (Ver Tabla 21) en cual se detalla cómo será la realización de procesos que deben seguir con un orden y un tiempo determinado para realizar cada una de las actividades, así como en qué horario, quien lo realizara, etc. De forma periódica para que así en las próximas semanas se vea si hay una disminución de los tiempos de paro por falta de limpieza si es que el operador siguió de forma rigurosa el plan de mantenimiento.

Tabla 21: Formato para realizar un mantenimiento autónomo para los equipos Extract UWT045N2

<b>FORMATO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>																								
<b>EQUIPO</b>				<b>RESPONSABLE</b>																				
<b>ÁREA PROCESO</b>				<b>MES</b>																				
<b>ITEM</b>	<b>PIEZA O COMPONENTE</b>	<b>SEMANA</b>		<b>LUNES</b>			<b>MARTES</b>			<b>MIÉRCOLES</b>			<b>JUEVES</b>			<b>VIERNES</b>			<b>SÁBADO</b>			<b>DOMINGO</b>		
				<b>B</b>	<b>M</b>	<b>NA</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>NA</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>NA</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>NA</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>NA</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>NA</b>	<b>B</b>	<b>M</b>	<b>NA</b>
1																								
2																								
3																								
4																								
5																								
6																								
7																								
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
<b>B: BUENO</b>			<b>M: MALO</b>			<b>NA: NO APLICA</b>			<b>Ejecuta</b>															
									<b>Hora</b>															

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

- Situación Después (Post Test)

La implementación del plan de mantenimiento autónomo, ha permitido disminuir el tiempo de paros no planificados de 173.2 min a un tiempo de 136 min.

Logros:

- Disminución del tiempo de uso de la lavadora por cada carga de lavado que esta realiza.
- Aumento del conocimiento del operador para un mayor cuidado de los equipos de la lavandería.
- Mayor producción por parte del equipo al estar menos tiempo sin uno por una falta de limpieza debida.
- Aumento de la vida útil del equipo ya que se le hace un mantenimiento periódicamente.
- Mayor calidad del proceso de lavado lo que conlleva a un cliente satisfecho por los servicios brindados

- Muestra después

Para determinar la reducción del tiempo de paros de los equipos del área de lavado de la empresa del POST TEST en el periodo de estudio (27 de junio del 2022 hasta 07 de agosto del 2022), se procede a la recolección de los datos de acuerdo a la data de los equipos Extract UWT045N2.

Tabla 22: Tiempo de paradas no planificadas Post Test

Semana	Falla por falta de limpieza	Frecuencia	T. de inactividad (minutos)
Semana 12	Limpieza de desagüe de lavadora	1	147.3
Semana 13	Limpieza de filtro	2	135.3
Semana 14	Limpieza de ingreso de detergente	2	137.3
Semana 15	Tubería obstruida	1	135.2
Semana 16	Óxido por tiempo de uso	1	133.2
Semana 17	Limpieza de tambor	1	143.7
Promedio General			138.7

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

❖ **Objetivo específico 03:** Implementar una matriz de habilidades para reducir los tiempos de fallas por errores humanos en los equipos en una empresa de lavandería.

- **Situación Antes (Pre Test)**

La falta de una matriz de habilidades ocasiona un corte no programado en el área de lavado de la empresa, ocasionando problemas en el servicio que brinda los equipos Extract UWT05N2.

El problema se manifestaba por la falta de destreza del operador en el manejo del equipo, lo que generaba cortes no planificados. Esto se debe a una mala selección del personal adecuado para realizar este trabajo, lo que genera un tiempo de inactividad prolongado antes de que la lavadora esté lista para usarse nuevamente. Todo esto resultó en interrupciones inesperadas en el proceso de lavado, lo que resultó en retrasos en las entregas de las prendas procesadas-

Para determinar los tiempos de paradas por errores humanos del PRE TEST en el periodo de estudio (21 de marzo del 2022 hasta 01 de mayo del 2022), se hizo un análisis documental para conocer el tiempo de las fallas por errores humanos de los equipos Extract UWT05N2 de forma diaria, para ello se acudió a información del balance histórico de errores humanos. La información obtenida fue registrada en el formato al cual denominamos Registro de tiempo de fallas por errores humanos en los equipos, cuyos campos nos permitieron obtener la información necesaria para determinar los tiempos de paradas no planificadas.

El formato de Registro de fallas en los equipos por errores humanos del área de lavado (Ver Tabla 23) contiene el siguiente detalle:

Tabla 23: Formato de registro de tiempo de fallas por errores humanos en los equipos de lavado

Registro de tiempo de fallas por errores humanos en los equipos de lavado
---

Año	2022
Tiempo de operación	540
Equipo	

Enero	Falla	Frecuencia	Tiempo de inactividad (minutos)
Día 1			
Día 2			
Día 3			
Día 4			
Día 5			
Día 6			
Día 7			
Día 8			
Día 9			
Día 10			
Día 11			
Día 12			
Día 13			
Día 14			
Día 15			
Día 16			
Día 17			
Día 18			
Día 19			
Día 20			
Día 21			
Día 22			
Día 23			
Día 24			
Día 25			
Día 26			
Día 27			
Día 28			
Día 29			
Día 30			
Día 31			
Promedio Mes			

Fuente: Elaboración Propia

- Muestra antes

El promedio semanal de tiempo de paradas por errores humanos fue de 195 minutos.

Tabla 24: Tiempo de paradas por errores humanos Pre Test

Semana	Falla por falta de limpieza	Frecuencia	T. de inactividad (minutos)
Semana 12	Mal manejo del equipo	2	189.8
Semana 13	Mala codificación del proceso deseado	3	195.7
Semana 14	Inadecuada inspección diaria	2	198.3
Semana 15	Mal cierre de puerta de entrada	1	193.2
Semana 16	Mal manejo de tablero de control	1	198.2
Semana 17	Sobrecarga del peso de lavadora	1	194.7
Promedio General			195.0

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

- Aplicación de la Teoría (Variable Independiente)

La matriz de habilidades es una herramienta que brinda información sobre los conocimientos y habilidades que necesita una persona para cumplir con su rol completo dentro de un equipo de trabajo. Esta herramienta se presenta a través de un documento que enumera las habilidades y competencias requeridas para ocupar el puesto que la empresa requiere a través de una evaluación. El propósito de esta herramienta es reducir el error humano.

Se presenta un diagrama (Ver Figura 20) para detallar los pasos aplicados en la teoría:

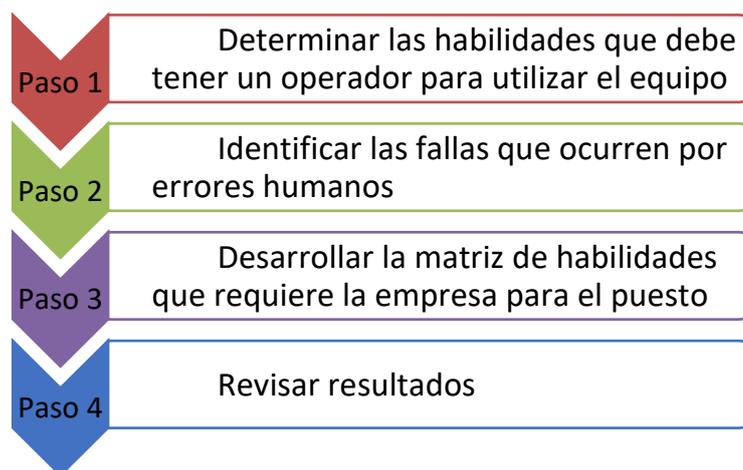


Figura 20: Pasos de la matriz de habilidades

Fuente: Elaboración Propia

Las fallas de los equipos debido a errores humanos actualmente promedian 195 minutos y como objetivo se debe reducir las fallas en los equipos por errores humanos en 169.8 minutos

Por lo tanto, la matriz de habilidades intenta reducir las fallas de los dispositivos debido al error humano en el área de limpieza. Hay pasos que se deben tomar en cuenta para crear un registro o documento eficiente para esta herramienta. El siguiente paso es:

Paso 1: Determinar las habilidades que debe tener un operario para utilizar el equipo

Para este primer paso primero se debe tener en claro cuáles son las habilidades que un operario necesita para realizar un correcto uso del equipo y no resulte en paros no planificados por errores del mismo haciendo al final un tiempo de para de este hasta que esté operativa nuevamente lo cual a largo plazo ocasionan pérdidas económicas ya que al no poder solucionar el problema uno mismo deben depender de un técnico externo de la empresa que venga haga su cotización de lo que debe hacer para que este operativo el equipo además que se suscitan una desconfianza por parte de los cliente ya que sus prendas tiene un atraso de entrega para ellos las habilidades más básicas que un operario de lavadora debe tener son:

- Conocimiento básico de uso en toda clase de lavadoras
- Capacidad técnica básica ante cualquier percance que pueda suceder.
- Ser una persona capaz de estar sereno ante cualquier percance que pueda pasar.
- Tener un conocimiento de selección de prendas (separar por color para que no se tiñan)
- Tener la disposición de aprender de sus errores y mejorar con el tiempo.
- Tener un conocimiento de los productos que se usan en cada caso de prendas manchadas.

Paso 2: Identificar las fallas que ocurren debido a errores humanos

En este caso se identificará y se dará un concepto más detallado de las fallas que se suscitan en la empresa al utilizar los equipos de lavado por parte del operario no calificado para el puesto.

- Mal manejo del equipo

Para este primer problema en la empresa más concretamente en el área de lavado el operario al no tener el conocimiento requerido o al menos uno básico de cómo funciona el equipo termine usándolo de forma inadecuada ocasionados paros en estos y concluyendo en averías que tomaran un tiempo solucionarlos para que este habilitado nuevamente.

- Mala codificación del proceso deseado

Para este segundo problema sucede porque operario que maneja dicho equipo al tener un apuro de realizar su labor, estar distraído en otras actividades al momento de marcar el código de proceso en el equipo lo hace de forma errores causando un paro forzoso del equipo y teniendo que resetear o en algunos casos apagar y prender de nuevo el equipo causando pérdidas de tiempo hasta que está habilitada de nuevo.

- Inadecuada inspección diaria

Para este tercer problema suscitado en la empresa más precisamente en el área de lavado el operador no se da el tiempo a la hora de su ingreso a revisar e inspeccionar el equipo ya que por alguna falla, algún tornillo sobresalido, etc. puede causar un paro no inesperado en el proceso lo cual necesitaría un tiempo para detener, inspeccionar y arreglar el problema que pudo haber causado al equipo.

- Mal cierre de puerta de entrada

Para este cuarto problema, aunque parezca algo sencillo es algo que perjudica y genera tiempo de improductividad o en este caso tiempo de atraso al servicio dado ya que un mal cierre de la puerta de entrada a la lavadora ocasión fuga de agua, se puede mojar el motor de la propia lavadora, puede haber alguna prenda enganchada en la puerta lo cual ocasiona un subsidio si es que esta prenda resulta dañada.

– Mal manejo de tablero de control

Para este quinto problema suscitado en la empresa el operario al no tener un conocimiento básico del equipo este puede usar de forma inadecuada el tablero de control haciendo que el equipo se pare, teniendo que apagarlo de forma forzada ha y esperando que este se reinicie de nuevo hasta que este habilitado nuevamente para su uso ya si esto se suscita de forma constante hará que la tarjeta se malogre teniendo que traer un técnico especializado para su reparación.

– Sobrecarga de peso en la lavadora

Para este sexto y último problema que se suscita en la empresa el operario al no tener un conocimiento básico del peso máximo del equipo y el apuro q tiene para completar todos los servicios que están por procesar hace que ponga exceso de peso en el tambor del equipo haciendo que este no pueda lavar de forma correcta ocasionado rompimiento de faja por el peso excesivo que cargo y así esperando que este se soluciones.

Paso 3: Desarrollar la matriz de habilidades que se requiere en la empresa para el puesto

Debido a los problemas que viene sucediendo debido al mal uso del equipo de lavado y al no tener un operario calificado para el puesto lo cual ocasiona pérdidas de tiempo hasta que el equipo de nuevo en operación se decidió realizar un matriz de habilidades (Ver Tabla 25) para que así la empresa tenga una correcta selección del personal adecuado para el puesto.

Tabla 25: Matriz de habilidades para el puesto de lavandero al agua

<b>Matriz de habilidades para el puesto de lavandero al agua</b>										
<b>LEYENDA</b>					<b>PROMEDIO</b>	<b>PERSONA</b>	<b>DESARROLLO</b>	<b>BRECHA</b>		
<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>										
<table border="1"><tr><td></td><td>X</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>		X			<b>CONOCE</b>		<b>D: DESEADO</b>			
	X									
<table border="1"><tr><td></td><td>X</td></tr><tr><td></td><td>X</td></tr></table>		X		X	<b>REALIZA CON SUPERVISIÓN</b>		<b>A: ACTUAL</b>			
	X									
	X									
<table border="1"><tr><td></td><td>X</td></tr><tr><td>X</td><td>X</td></tr></table>		X	X	X	<b>REALIZA SIN SUPERVISIÓN</b>		<b>PRIORIDAD</b>			
	X									
X	X									
<table border="1"><tr><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>X</td><td>X</td></tr></table>	X	X	X	X	<b>ENSEÑA</b>		<b>CRÍTICA</b>			
X	X									
X	X									
			<b>SEMI CRÍTICA</b>							
			<b>NO CRÍTICA</b>							
<b>CONOCIMIENTO Y HABILIDADES REQUERIDAS</b>					D	A				
<b>HABILIDADES</b>	<b>Conocimiento básico de uso de una lavadora industrial</b>									
	<b>Capacidad técnica básica ante cualquier percance</b>									
	<b>Ser una persona serena ante cualquier suceso</b>									
	<b>Tener al menos experiencia laboral en alguna lavandería</b>									
	<b>Tener un conocimiento de selección y tipo de prenda que se pueden lavar al agua</b>									
<b>DESARROLLO</b>										
<b>BRECHA</b>										

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

Mediante esta matriz de habilidades se puede dar a conocer en porcentaje dependiendo de la habilidad que tenga actual y el deseado

que tan desarrollado esta la persona para cumplir con las expectativas del puesto y que le falta por desarrollar.

#### Paso 4

En este último paso luego de la implementación de la matriz de habilidades se dio a conocer que mediante esta nueva herramienta se mejora los tiempo de paros por errores humanos ya que de ahora en adelante hay una correcta selección de personal adecuado para el puesto a su vez esta herramienta con una correcta detección de habilidades requeridas puede servir para otro tipo de puesto de trabajo en la empresa lo cual a un futuro beneficia en gran escala a la empresa sus tiempo de producción o en este caso el servicio que brinda de una manera correcta en un tiempo menor a comparación del tiempo cuando no estaba implementada esta matriz de habilidades desarrollada.

- Situación Después (Post Test)

La implementación de la matriz de habilidades, ha permitido disminuir el tiempo de paros no planificados por errores humanos en la empresa de 195 min a un tiempo de 169.8 min.

Logros:

- Disminución del tiempo de inactividad por algún error o percance que podría pasar por una mala manipulación.
- Al tener un personal más capacitado hay un aumento de producción en la empresa debido a la reducción del tiempo por posibles errores que puedan subsistir.
- Mejor selección del personal para un puesto determinado.
- Mayor ingreso a la empresa debido a una mayor productividad por el uso correcto de los equipos

- Muestra después

El promedio semanal de fallas en los equipos por errores humanos fue de 169.8 minutos (Ver Tabla 26)

Tabla 26: Tiempo de paradas por errores humanos Post Test

Semana	Falla por errores humanos	Frecuencia	T. de inactividad (minutos)
Semana 12	Mal manejo del equipo	2	167.5
Semana 13	Mala codificación del proceso deseado	3	171.5
Semana 14	Inadecuada inspección diaria	2	170.5
Semana 15	Mal cierre de puerta de entrada	1	170
Semana 16	Mal manejo de tablero de control	1	167.3
Semana 17	Sobrecarga de peso de lavadora	1	171.7
Promedio General			169.8

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

El resumen de resultados se puede ver en la Tabla 28.

Tabla 27: Resumen de resultados

Indicadores	Pretest (Tiempo min)	Postest (Tiempo min)
Disponibilidad	2711	1789
Paros por falta de limpieza	1024.6	832
Fallas por errores humanos	1169.9	1018.5
Promedio	1635.2	1213.2

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

### 5.3. Análisis de resultados

#### Generalidades

En este punto se explican los desarrollos y resultados obtenidos de las pruebas de normalidad e hipótesis para la investigación de desarrollo, detallando la información recabada de las muestras en las pruebas previas y posteriores. De manera que la variación entre muestras pueda verificarse a través de estadísticas inferenciales desarrolladas durante la encuesta para cada hipótesis en particular. Para todos los resultados experimentales se utilizó el software estadístico SPSS, versión 27.

En este estudio se consideran las variables dependientes porque las muestras de las tres hipótesis específicas pertenecen a la muestra relacionada, porque los resultados reportados pertenecen a los datos recolectados de equipos y operadores, además son variables numéricas. (Ver Figura 21)

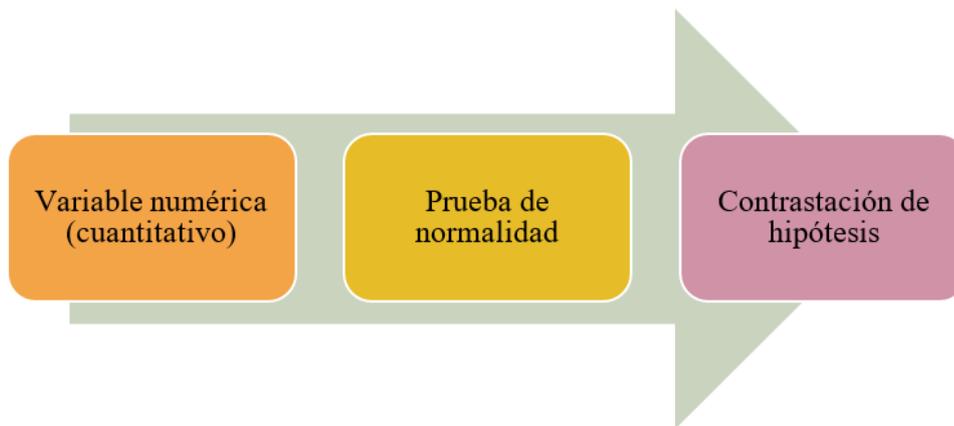


Figura 21: Aplicación de pruebas en variable cuantitativa

Fuente: Elaboración propia

Pruebas de normalidad (para las tres hipótesis)

Para las pruebas de normalidad aborda las siguientes hipótesis:

$H_0$ : Hipótesis Nula – Datos de la muestra, SI siguen una distribución normal

$H_1$ : Hipótesis Alterna – Datos de la muestra, NO siguen una distribución normal

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser superior a 5.00% (Sig. > 0.05), entonces, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ). Por consiguiente, los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal.
- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser inferior o igual al 5.00% (Sig.  $\leq$  0.05), entonces, se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ). Por consiguiente, los datos de la muestra, NO siguen una distribución normal.

Contrastación de hipótesis (para las tres hipótesis)

Para la verificación de hipótesis se plantea la siguiente validez de la hipótesis:

$H_0$ : Hipótesis Nula – NO hay diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test.

$H_1$ : Hipótesis Alterna – SI existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre-Test y la muestra Post Test.

Nivel de significancia: Sig. = 0.05

Regla de decisión:

- Si el nivel de significancia Sig. resulta ser superior a 5.00% (Sig. > 0,05), entonces, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), o lo que es lo mismo, se rechaza la hipótesis del investigador.

Por lo tanto: NO se aplica la Variable Independiente (Variable Teórica) del investigador.

- Si el nivel de significancia Sig. resulta inferior o igual a 5.00% (Sig.  $\leq$  0.05), entonces se acepta la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) o, lo que es lo mismo, se acepta la hipótesis del investigador.

Por tanto: SI se aplica la variable independiente del investigador (variable teórica) -

- ❖ Primera hipótesis específica: Si se aplica un análisis de averías mejorará la disponibilidad de los equipos de una empresa de lavandería

Prueba de normalidad

- Pre Test: Muestra variable dependiente 01

En esta primera muestra se tomaron los valores Pre Test, obtenidos durante el periodo de estudio (21 de marzo del 2022 hasta 01 de mayo del 2022). (Ver Tabla 28)

Tabla 28: Valores de la primera variable dependiente - Pre Test

SEMANAS	DISPONIBILIDAD PROMEDIO SEMANAL %
SEMANA 12	89,60
SEMANA 13	88,43
SEMANA 14	88,73
SEMANA 15	89,38
SEMANA 16	87,96
SEMANA 17	88,82
PROMEDIO	88,66

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

Al aplicar la prueba de normalidad empleando el software estadístico SPSS se hará uso de los valores del test de Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras tomadas son menores o iguales que 50.

Test de Shapiro Wilks	Test de Kolmogorov Smirnov
n $\leq$ 50	n > 50

Luego de ingresar los valores en SPSS se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Figura 22):

<b>Pruebas de normalidad</b>						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad_promedio _semanal_Pre_Test	,167	6	,200 <sup>*</sup>	,970	6	,890

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 22: Resultado de la prueba de normalidad Pre Test - Primera hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

Con el resultado de significancia obtenido (Sig. = 0.890) procedemos a verificar las reglas de decisión descritas al inicio de este punto y en base a ello determinar si la distribución obtenida es normal.

De acuerdo a nuestra regla de decisión para esta prueba de normalidad se determina que: El nivel de significancia Sig. Muestra un valor superior a 5.00% (Sig. > 0.05), entonces, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo tanto, los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal

- Post Test: Muestra variable dependiente 01

Para el desarrollo de esta primera muestra se tomaron los valores Post Test, obtenidos en el periodo de estudio (27 de junio del 2022 hasta 07 de agosto del 2022). (Ver Tabla 29)

Tabla 29: Valores de la primera variable dependiente - Post Test

SEMANAS	DISPONIBILIDAD PROMEDIO SEMANAL %
SEMANA 26	91,88
SEMANA 27	93,28
SEMANA 28	92,64
SEMANA 29	91,18
SEMANA 30	92,14
SEMANA 31	92,57
PROMEDIO	92,36

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

Al aplicar la prueba de normalidad dentro del SPSS se harán uso de valores del test de Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras tomadas son menores o iguales que 50.

Test de Shapiro Wilks	Test de Kolmogorov Smirnov
n ≤ 50	n > 50

Luego de ingresar los valores en SPSS se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Figura 23):

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disponibilidad_promedio _semanal_Post_Test	,155	6	,200*	,985	6	,975

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 23: Resultado de la prueba de normalidad Post Test - Primera hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Con el resultado de significancia obtenido (Sig. = 0.975) continuamos verificando las reglas de decisión descritas al comienzo de esta sección y determinamos si la distribución obtenida es normal.

Nuestra regla de decisión para esta prueba de normalidad define que: El nivel de significancia Sig. Indica que el valor mayor a 5.00% (Sig. > 0.05), entonces se acepta la hipótesis nula (H0), por lo tanto, los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal

Muestra Pre Test: Sig. = 0.890 > 0.05 la distribución es normal

Muestra Post Test: Sig. = 0.975 > 0.05 la distribución es normal

Contrastación de hipótesis

Este procedimiento se puede utilizar para mostrar si las muestras basadas en la hipótesis de nuestro estudio tienen una confirmación o una afirmación válida. Para probar una hipótesis, identificamos nuestra hipótesis específica.

Hipótesis específica: Si se aplica un análisis de averías mejorará la disponibilidad de los equipos de una empresa de lavandería

- Validez de la hipótesis específica

H<sub>0</sub>: Si se implementa un plan de mantenimiento predictivo y preventivo, entonces NO incrementará la disponibilidad de los equipos en una empresa lavandería.

H<sub>1</sub>: Si se implementa un plan de mantenimiento predictivo y preventivo, entonces SI incrementará la disponibilidad de los equipos en una empresa lavandería.

Como primer paso procedemos a organizar los datos de nuestras muestras (Ver Tabla 30) considerando que están relacionados, ya que los datos obtenidos corresponden a los equipos tanto en el escenario Pre y Post.

Tabla 30: Valores Pre Test y Post Test obtenidos - Primera hipótesis

SEMANAS	DISPONIBILIDAD PROMEDIO SEMANAL PRE TEST %	DISPONIBILIDAD PROMEDIO SEMANAL POST TEST %
SEMANA 12	89,60	91,88
SEMANA 13	88,43	93,28
SEMANA 14	88,73	92,64
SEMANA 15	89,38	91,18
SEMANA 16	87,96	92,14
SEMANA 17	88,82	92,57
PROMEDIO	88,66	92,36

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Elaboración: Propia

Sabiendo esto y en base a los resultados obtenidos de la prueba de normalidad, se encontró que las muestras Antes y Después siguen una distribución normal:

Pre	Post
Normal	Normal

Por lo tanto, dado que ambos son normales, estamos en un escenario de muestras paramétricas con un nivel de significancia superior a 5% y la prueba de hipótesis que utilizamos es la T - Student para muestras relacionadas, ya que tomaremos una muestra antes de implementar el TPM (Pretest) y otra muestra después de implementar el TPM (Postest). Por lo tanto, los datos obtenidos se ingresan en el software SPSS.

- Resultados de la contrastación

Se pueden visualizar en la Figura 24 y Figura 25.

### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Disponibilidad_promedio_semanal_Pre_Test	88,82	6	,604	,246
	Disponibilidad_promedio_semanal_Post_Test	92,28	6	,722	,295

Figura 24: Resultado de la estadística de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Primera hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Elaboración: Propia

### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Disponibilidad_promedio_semanal_Pre_Test - Disponibilidad_promedio_semanal_Post_Test	-3,462	1,173	,479	-4,693	-2,230	-7,226	5	<.001

Figura 25: Resultado de la prueba de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Primera hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Elaboración: Propia

- Regla de decisión

Si el nivel de significancia Sig. Se muestra mayor 0.05 (Sig. > 0.05), entonces se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), o en otras palabras, se rechaza la hipótesis del investigador.

Si el nivel de significancia Sig. Se muestra menor o igual al 0.05 (Sig.  $\leq$  0.05), entonces se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), o en otras palabras, se acepta la hipótesis del investigador.

La prueba T: Sig. 0.00 < 0.05 rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$ .

$H_1$ : Hipótesis Alterna – SI existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre Test y la muestra Post Test, es decir que se acepta que implementar un análisis de averías, SI incrementó la disponibilidad de los equipos en la empresa de lavandería.

- Estadísticos descriptivos

Los cuales se pueden visualizar en la Tabla 31:

Tabla 31: Estadísticos descriptivos - Primera hipótesis específica

		<b>Estadísticos</b>	
		Disponibilida d_promedio_ semanal_Pre _Test	Disponibilida d_promedio_ semanal_Po st_Test
N	Válido	6	6
	Perdidos	0	0
Media		88,82	92,28
Mediana		88,78	92,35
Desv. Desviación		,604	,722
Varianza		,364	,521

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Elaboración: Propia

- ❖ Segunda hipótesis específica: Si se aplica un mantenimiento autónomo reducirá los paros no planificados de los equipos por falta de limpieza en una empresa de lavandería
  - Pre Test: Muestra variable dependiente 02

Se tomaron los valores Pre Test obtenidos en el periodo de estudio (21 de marzo del 2022 hasta 01 de mayo del 2022) para desarrollar esta muestra. (Ver Tabla 32)

Tabla 32: Valores de la segunda variable dependiente - Pre Test

SEMANAS	TIEMPOS DE PAROS NO PLANIFICADOS
SEMANA 12	173,5
SEMANA 13	174,8
SEMANA 14	167,7
SEMANA 15	171,8
SEMANA 16	167,0
SEMANA 17	169,5
PROMEDIO	170,7

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Elaboración: Propia

Al realizar la prueba de normalidad con el software estadístico SPSS se utilizaran de los valores del test de Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras tomadas es menor o igual a 50.

Test de Shapiro Wilks	Test de Kolmogorov Smirnov
n ≤ 50	n > 50

Se procedió a ingresar los valores en SPSS y se obtuvo los siguientes valores (ver *Figura 26*):

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo_de_paros_no_planificados_Pre_test	,138	7	,200*	,964	7	,853

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

*Figura 26:* Resultado de la prueba de normalidad Pre Test - Segunda hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

Con el resultado de significancia obtenido (Sig. = 0.853) procedemos a verificar las reglas de decisión descritas al inicio de este punto y en base a ello determinar si la distribución obtenida es normal.

De acuerdo a nuestra regla de decisión para esta prueba de normalidad se determina que: El nivel de significancia Sig. Muestra un valor superior a 5.00% (Sig. > 0.05), entonces, se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), por lo tanto, los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal.

- Post Test: Muestra variable dependiente 02

Se tomaron los valores Post Test obtenidos en el periodo de estudio (27 de junio del 2022 hasta 07 de agosto del 2022) para desarrollar esta segunda muestra. (Ver Tabla 33)

Tabla 33: Valores de la segunda variable dependiente - Post Test

SEMANAS	TIEMPOS DE PAROS NO PLANIFICADOS
SEMANA 26	147,3
SEMANA 27	135,3
SEMANA 28	137,3
SEMANA 29	135,2
SEMANA 30	133,2
SEMANA 31	143,7
PROMEDIO	138,7

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Elaboración: Propia

Al aplicar la prueba de normalidad dentro del SPSS se harán uso de valores del test de Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras tomadas son menores o iguales que 50.

Test de Shapiro Wilks	Test de Kolmogorov Smirnov
n ≤ 50	n > 50

Se procedió a ingresar los valores en SPSS y se obtuvo los siguientes valores (Ver Figura 27):

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo_de_paros_no_planificados_Post_test	,212	7	,200*	,905	7	,361

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 27: Resultado de la prueba de normalidad Post Test - Segunda hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Elaboración: Propia

Con el resultado de significancia obtenido (Sig. = 0.361) procedemos a verificar las reglas de decisión descritas al inicio de este punto y en base a ello determinar si la distribución obtenida es normal.

De acuerdo a nuestra regla de decisión para esta prueba de normalidad se determina que: El nivel de significancia Sig. Resulta ser un valor mayor a 5.00% (Sig. > 0.05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H0), por lo tanto, los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal

Muestra Pre Test: Sig. = 0.853 > 0.05 la distribución es normal

Muestra Post Test: Sig. = 0.361 > 0.05 la distribución es normal

Contrastación de hipótesis

Con este procedimiento se podrá evidenciar si las muestras basadas en la hipótesis de nuestra investigación tienen una validación o confirmación válida. Para probar la prueba de hipótesis, identificamos nuestra hipótesis específica.

Hipótesis específica: Si se implementa un mantenimiento autónomo, entonces reducirá los tiempos de paradas no planificadas por falta de limpieza de los equipos en una empresa de lavandería.

- Validez de la hipótesis específica

H<sub>0</sub>: Si se implementa un mantenimiento autónomo, entonces NO reducirá los tiempos de paradas no planificadas por falta de limpieza de una empresa de lavandería.

H<sub>1</sub>: Si se implementa un mantenimiento autónomo, entonces SI reducirá los tiempos de paradas no planificadas por falta de limpieza de una empresa de lavandería.

Como primer paso se procede a organizar los datos de nuestras muestras (Ver Tabla 34) debido a que están relacionadas, ya que los datos obtenidos corresponden al equipo CH7 tanto en el escenario Pre y Post.

Tabla 34: Valores Pre Test y Post Test obtenidos - Segunda hipótesis

Semanas	Tiempos de paradas no planificadas Pre Test	Tiempos de paradas no planificadas Post Test
Semana 12	173,5	147,3
Semana 13	174,8	135,3
Semana 14	167,7	137,3
Semana 15	171,8	135,2
Semana 16	167,0	133,2
Semana 17	169,5	143,7

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

Sabiendo esto y en base a los resultados obtenidos de la prueba de normalidad, se obtuvo que las muestras Pre y Post siguen una distribución normal:

Pre	Post
Normal	Normal

Por lo tanto, dado que ambas son normales, nos enfrentamos al escenario de muestras paramétricas con un nivel de significancia superior al 5% y la prueba de hipótesis que utilizamos es la T - Student para muestras relacionadas, ya que tomaremos una muestra antes de

implementar el TPM (Pretest) y otra muestra después de implementar el TPM (Postest).

Por lo tanto, los datos obtenidos se ingresan en el software SPSS.

- Resultados de la contrastación

Se pueden visualizar en la Figura 28 y Figura 29.

### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Tiempo_de_paros_no_planificados_Pre_test	170,71	7	2,886	1,091
	Tiempo_de_paros_no_planificados_Post_test	138,67	7	5,082	1,921

Figura 28: Resultado de la estadística de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Segunda hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Papelera del Sur S.A.

Elaboración: Propia

### Prueba de muestras emparejadas

		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Tiempo_de_paros_no_planificados_Pre_test - Tiempo_de_paros_no_planificados_Post_test	32,043	5,087	1,923	27,338	36,748	16,665	6	<.001

Figura 29: Resultado de la prueba de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Segunda hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL

Elaboración: Propia

- Regla de decisión

Si el nivel de significancia Sig. Se muestra mayor 0.05 ( $\text{Sig.} > 0.05$ ), entonces se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), o en otras palabras, se rechaza la hipótesis del investigador.

Si el nivel de significancia Sig. Se muestra menor o igual al 0.05 ( $\text{Sig.} \leq 0.05$ ), entonces se acepta la hipótesis alterna ( $H_1$ ), o en otras palabras, se acepta la hipótesis del investigador.

La prueba T:  $\text{Sig.} 0.00 < 0.05$  rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$ .

H<sub>1</sub>: Hipótesis Alterna – SI existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre Test y la muestra Post Test, es decir que se acepta que implementar un mantenimiento autónomo, SI redujo los tiempos de paradas no planificadas por falta de limpieza de una empresa de lavandería.

- Estadísticos descriptivos

Los cuales se pueden visualizar en la Tabla 35:

Tabla 35: Estadísticos descriptivos - Segunda hipótesis específica

		<b>Estadísticos</b>	
		Tiempo_de_p aros_no_plan ificados_Pre_ test	Tiempo_de_p aros_no_plan ificados_Post _test
N	Válido	7	7
	Perdidos	0	0
Media		170,71	138,67
Mediana		170,70	137,30
Desv. Desviación		2,886	5,082
Varianza		8,331	25,829

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

- ❖ Tercera hipótesis específica: Si se aplica una matriz de habilidades reducirá las fallas por errores humanos en los equipos de una empresa de lavandería.

- Pre Test: Muestra variable dependiente 03

Para el desarrollo de esta tercera muestra se tomaron los valores Pre Test, obtenidos en el periodo de estudio (21 de marzo del 2022 hasta 01 de mayo del 2022). (Ver Tabla 36)

Tabla 36: Valores de la tercera variable dependiente - Pre Test

SEMANAS	TIEMPOS DE PAROS NO PLANIFICADOS
SEMANA 12	189,8
SEMANA 13	195,7
SEMANA 14	198,3
SEMANA 15	193,2
SEMANA 16	198,2
SEMANA 17	194,7

PROMEDIO	195,0
----------	-------

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

Al aplicar la prueba de normalidad empleando el software estadístico SPSS se harán uso de los valores del test de Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras tomadas son menores o iguales que 50.

Test de Shapiro Wilks	Test de Kolmogorov Smirnov
n ≤ 50	n > 50

Luego de ingresar los valores en SPSS se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Figura 30):

**Pruebas de normalidad**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo_de_paro_no_pla nificadas_Pre_test	,174	6	,200*	,931	6	,588

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 30: Resultado de la prueba de normalidad Pre Test - Tercera hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Papelera del Sur S.A.

Elaboración: Propia

Con el resultado de significancia obtenido (Sig. = 0.588) continuamos verificando las reglas de decisión descritas al comienzo de esta sección y determinamos si la distribución obtenida es una distribución normal. De acuerdo a nuestra regla de decisión, para esta prueba de normalidad se determina que: El nivel de significancia Sig. Resulta ser un valor superior a 5.00% (Sig. > 0.05), entonces se acepta la hipótesis nula (H<sub>0</sub>), por lo tanto, los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal

- Post Test: Muestra variable dependiente 02

Para el desarrollo de esta segunda muestra se tomaron los valores Post Test, obtenidos en el periodo de estudio (27 de junio del 2022 hasta 07 de agosto del 2022). (Ver Tabla 37)

Tabla 37: Valores de la tercera variable dependiente - Post Test

SEMANAS	TIEMPOS DE PAROS NO PLANIFICADOS
SEMANA 12	167,5
SEMANA 13	171,5
SEMANA 14	170,5

SEMANA 15	170,0
SEMANA 16	167,3
SEMANA 17	171,7
PROMEDIO	169,8

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

Al aplicar la prueba de normalidad dentro del SPSS se harán uso de valores del test de Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras tomadas son menores o iguales que 50.

Test de Shapiro Wilks	Test de Kolmogorov Smirnov
$n \leq 50$	$n > 50$

Luego de ingresar los valores en SPSS se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Figura 31):

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo_de_paro_no_pla nificadas_Post_test	,218	6	,200*	,861	6	,191

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 31: Resultado de la prueba de normalidad Post Test - Tercera hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

Con el resultado de significancia obtenido (Sig. = 0.191) continuamos verificando las reglas de decisión descritas al comienzo de esta sección y decidir si la distribución obtenida es normal.

De acuerdo con nuestra regla de decisión para esta prueba normalidad se determina que: Nivel de significancia Sig. Resulta ser superior a 5.00% (Sig. > 0.05), entonces, se acepta la hipótesis nula (H0), por lo que los datos de la muestra, SI siguen una distribución normal

Muestra Pre Test: Sig. = 0.588 > 0.05 la distribución es normal

Muestra Post Test: Sig. = 0.191 > 0.05 la distribución es normal

Contrastación de hipótesis

Este procedimiento se puede utilizar para mostrar si las muestras basadas en la hipótesis de nuestra investigación tienen una validación o confirmación válida. Para probar una hipótesis, identificamos nuestra hipótesis específica.

Hipótesis específica: Si se implementa una matriz de habilidades, entonces reducirá los tiempos de paradas no planificadas por errores humanos en una empresa de lavandería.

- Validez de la hipótesis específica

H<sub>0</sub>: Si se aplica una matriz de habilidades, entonces NO reducirá los tiempos de paradas no planificadas por errores humanos.

H<sub>1</sub>: Si se aplica una matriz de habilidades, entonces SI reducirá los tiempos de paradas no planificadas por errores humanos de una empresa de lavandería.

Como primer paso, continuamos organizando los datos de nuestras muestras (Ver Tabla 38) teniendo en cuenta su relación, ya que los datos obtenidos corresponden al equipo tanto en el escenario Pre y Post.

Tabla 38: Valores Pre Test y Post Test obtenidos - Tercera hipótesis

SEMANAS	TIEMPOS DE PAROS NO PLANIFICADOS PRE TEST	TIEMPOS DE PAROS NO PLANIFICADOS POST TEST
SEMANA 12	189,8	167,5
SEMANA 13	195,7	171,5
SEMANA 14	198,3	170,5
SEMANA 15	193,2	170,0
SEMANA 16	198,2	167,3
SEMANA 17	194,7	171,7

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

Conociendo ello, y con los resultados obtenidos en la prueba de normalidad, se obtuvo que las muestras Pre y Post siguen una distribución normal:

Pre	Post
Normal	Normal

Por lo tanto, dado que ambas son normales, enfrentamos un escenario de muestras paramétricas con un nivel de significancia superior al 5%

y la prueba de hipótesis que utilizamos será la T - Student para muestras relacionadas, ya que tomaremos una muestra antes de implementar el TPM (Pretest) y otra muestra después de implementar el TPM (Postest).

Por lo tanto, los datos obtenidos que se proceden a ingresar en el software SPSS.

- Resultados de la contrastación

Se pueden visualizar en la Figura 32 y Figura 33

### Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	Tiempo_de_paro_no_planificadas_Pre_test	194,98	6	3,225	1,316
	Tiempo_de_paro_no_planificadas_Post_test	169,75	6	1,926	,786

Figura 32: Resultado de la estadística de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Segunda hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

### Prueba de muestras emparejadas

		Media	Desviación estándar	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)	
				Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Tiempo_de_paro_no_planificadas_Pre_test - Tiempo_de_paro_no_planificadas_Post_test	25,233	3,391	1,384	21,675	28,792	18,227	5	<.001

Figura 33: Resultado de la prueba de muestras emparejadas Pre Test y Post Test - Segunda hipótesis

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

- Regla de decisión

Si el nivel de significancia Sig. Se muestra mayor 0.05 (Sig. > 0.05), entonces se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ), o en otras palabras, se rechaza la hipótesis del investigador.

Si el nivel de significancia Sig. Se muestra menor o igual al 0.05 (Sig.  $\leq$  0.05), entonces se acepta la

**hipótesis alterna ( $H_1$ )**, o en otras palabras, se acepta la hipótesis del investigador.

La prueba T: Sig.  $0.00 < 0.05$  rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_1$ .

$H_1$ : Hipótesis Alterna – SI existe diferencia estadística significativa entre la muestra Pre Test y la muestra Post Test, es decir que se acepta que implementar una matriz de habilidades, SI redujo los tiempos de paradas no planificadas por errores humanos de una empresa de lavandería.

- Estadísticos descriptivos

Los cuales se pueden visualizar en la Tabla 39:

Tabla 39: Estadísticos descriptivos - Tercera hipótesis específica

		<b>Estadísticos</b>	
		Tiempo_de_p aro_no_planif icadas_Pre_t est	Tiempo_de_p aro_no_planif icadas_Post_ test
N	Válido	6	6
	Perdidos	1	1
Media		194,98	169,75
Mediana		195,20	170,25
Desv. Desviación		3,225	1,926
Varianza		10,398	3,711

Fuente: Área de mantenimiento – Lavandería Centenario EIRL.

Elaboración: Propia

Teniendo los resultados de las pruebas de normalidad en la Tabla 40, el análisis de resultados en la Tabla 41 y la descripción de procesamiento de datos en la Tabla 42.

Tabla 40: Resultados de pruebas de normalidad

Muestra variable dependiente 01	Pre Test	Normal	Post Test	Normal
Muestra variable dependiente 02	Pre Test	Normal	Post Test	Normal
Muestra variable dependiente 03	Pre Test	Normal	Post Test	Normal

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: Análisis de resultados

Hipótesis	Prueba de normalidad	Tipo de variable	Tipo de muestreo	Inferencias
Primera hipótesis específica	Paramétricas (Distribución normal)	Cuantitativa (razón)	Relacionadas	T de Student de muestras relacionadas
Segunda hipótesis específica	Paramétricas (Distribución normal)	Cuantitativa (razón)	Relacionadas	T de Student de muestras relacionadas
Tercera hipótesis específica	Paramétricas (Distribución normal)	Cuantitativa (razón)	Relacionadas	T de Student de muestras relacionadas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Descripción de procesamiento de datos

Variable	Indicador	Escala de medición	Estadísticos descriptivos	Análisis inferencial
Disponibilidad	Disponibilidad = $MTBF / (MTBF + MTTR)$	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana)	T de Student de muestras relacionadas
Paros no planificados por falta de limpieza	Tiempos de paros por falta de limpieza / Semana	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana)	T de Student de muestras relacionadas
Fallas por errores humanos	Tiempos de paros por errores humanos / Semana	Escala de Razón	Tendencia central (media aritmética, mediana)	T de Student de muestras relacionadas

Fuente: Elaboración propia

## CONCLUSIONES

1. Se constata que la aplicación de un análisis de averías incrementó la disponibilidad de los equipos, encontrándose este con menos tiempo de inactividad de 2711 minutos a 1789 minutos, con una variación de 922 minutos lo que representa una 34.01% de reducción
2. Se verifica que la aplicación de un mantenimiento autónomo redujo los tiempos de paradas no planificadas por falta de limpieza de los equipos de 1024.6 minutos a 832 minutos, con una variación de 192.6 minutos, lo que representa un 18.80% de reducción.
3. Se verifica que el aplicar una matriz de habilidades para reducir las fallas por errores humanos de los equipos fue de 1169.9 minutos a 1018.5 minutos, con una variación de 151.4 minutos, lo que representa un 12.94% de reducción.
4. La implementación de la herramienta TPM es un proceso que cualquier empresa de la industria puede tomar si desea identificar oportunidades de mejora de procesos que se deben realizar para identificar las posibles causas que conducen a una disponibilidad deficiente del equipo. bajos ingresos de la empresa.
5. El uso de la matriz de habilidades es una de las herramientas que mejor puede tener para una correcta selección de personal para un sinfín de puesto que una empresa requiera esto conlleva a un mejor uso de los equipos y una mayor eficiencia por parte de los operadores ya que al seleccionar un con mayor capacidad da a la empresa un menor tiempo de proceso, menos errores y una mayor productividad del

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a fin de conservar y mantener disponibilidad de los dispositivos, se siga las recomendaciones dadas para así corregir las fallas en los equipos de la empresa ya esto puede volver a ocurrir en un futuro.
2. Realizar seguimiento de los pasos a seguir en el plan de mantenimiento autónomo de manera quincenal y mensual ya que así los tiempos de paros se irán reduciendo de forma continua hasta llega a un punto que seas minúsculos y no afecten en los tiempos de los procesos productivo
3. Realizar la implementación del plan de mantenimiento autónomo no solo en el área de lavado, donde se nota una gran mejora, sino en todas las áreas de la empresa hacer más dinámico y optimizar los diversos puntos de trabajo en la empresa.
4. Se recomienda aplicar la matriz de habilidades para otro puestos de trabajo ya que mediante esta herramienta se puede seleccionar de forma más eficiente y adecuada a los operarios para otros puestos de trabajo que la empresa requiera.
5. Realizar planes de entrenamiento y mejora de habilidades de operaciones dirigido a los trabajadores la cual mejore las habilidades y eficiencia de los trabajadores, el cual debería ser dinámico donde la empresa siempre trate de buscar mejoras y capacitaciones a los trabajadores para que puedan desarrollarse de buena manera y así ser una buena área de trabajo.

## REFERENCIAS

- Álvarez, Laverde, H. Kuratomi, I. *Necesidad de implementar los pilares fundamentales TPM. 2008. Recuperado en:*  
*<http://www.ceroaverias.com/centroTPM/articulospublicados/2001-4.htm>*
- Benavides, M. F., & Masso, J. A. (2019). *Propuesta de mantenimiento productivo total (TPM) en el proceso de molienda primaria de la planta de ARGOS S.A Valle del Cauca*. Universidad Santiago de Cali, Cali.
- Botero, C. (1993). Manual de mantenimiento. Parte I: ¿qué es el mantenimiento?  
*Informador Técnico, 47, 35-37.*
- Castillo, J. (2017). *Diseño de investigación del desarrollo de un plan de mantenimiento basado en el modelo de gestión de calidad TPM, con enfoque sistemático para equipos críticos dentro de una edificación y sus instalaciones (Tesis de pregrado)*. Universidad de San Carlos de Guatemala., Guatemala.
- Colonia , E. E. (2017). *Aplicación del TPM para mejorar la productividad en el área de tintorería de telas en la empresa textiles Camones, Puente Piedra-2017*.  
Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Cooke, F. L. (2000). Implementing TPM in plant maintenance: some organizational barriers. *International Journal of Quality & Reliability Management 17 (9): 1003–1016.*
- Cruelles, José (2013) *La Teoría de la Medición del Despilfarro*. 2° ed. Toledo, España, Artef, S.L.  
*<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/5393/Tesis%20.pdf?sequence=1>*
- Da Silva, R. (2002). *Teorías de la Administración*. Thonson.
- (2013). *Diseño de Mejora Continua en una embotelladora y distribuidora de bebidas en Guayaquil a través de la app TPM (Mantenimiento Productivo Total) (Tesis de maestría)*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.

Equipo de redacción de Drew. (05 de diciembre de 2019). *¿Qué es el cuello de botella en tu empresa? (Blog)*. Obtenido de <https://blog.wearedrew.co/que-es-el-cuello-de-botella-en-tu-empresa>

Fernández, M., & Rumi, F. (2014). *IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) EN UNA EMPRESA LOCAL*. UNIVERSIDAD ARGENTINA DE LA EMPRESA. Obtenido de <https://repositorio.uade.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/3967/Fernandez%20Negueruela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fore, S. y Zuze, L. (2010) Mejora de la eficacia total del equipo a través del Mantenimiento Productivo Total. *Académica internacional e Investigación Científica e Innovación* 4 (1) 2010. Recuperado de <https://waset.org/Publication/improvement-of-overall-equipmenteffectiveness-through-total-productive-maintenance/8081>

Galván, Daniel, Análisis de la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) mediante el modelo de opciones reales [En línea]. TESIS (Maestría en Ingeniería optimización financiera, Universidad Autónoma de México, México, 2012.

Gamarra , J. L. (2018). *Propuesta de Mejora en la Gestión de Mantenimiento del área de Hilandería en las etapas de Prehilado para una Empresa Textil basado en la implementación de TPM (Tesis de pregrado)*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.

García, Palencia Oliverio, “El Mantenimiento Productivo Total y su Aplicabilidad Industrial”, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Disponible en: <http://www.fing.edu.uy/iq/cursos/qica/repart/TPM.pdf>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta Edición ed.). Mexico D.F: McGraw-Hill.

- Hossen, J.; Ahmad, N. y Ali Mithun, S. (2016) Mejora de la eficiencia global de los equipos de cuaderna a través del mantenimiento productivo total: un caso de textiles. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-017-0783-2>
- Ingeniería Tendencias y Tecnología (IJETT) - Volume4Issue5- de mayo de 2013. Recuperado de <http://www.ijettjournal.org/volume-4/issue-5/IJETT-V4I5P85.pdf>
- Japan Institute of Plant Manténganse. TPM en industrias de Procesos. Versión en español por TGP Hoshin, Madrid, España. 1995.
- K. Hodson William. Maynard, Manual del Ingeniero Industrial. Tomo II. Cuarta edición. Mac Graw Hill, México, septiembre de 2001
- Kazukiyo. (1991). El Mejoramiento de la Productividad en el Sector Público. *Clad*.
- López, E. A. (2009). *EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL TPM Y LA IMPORTANCIA DEL RECURSO HUMANO PARA SU EXITOSA IMPLEMENTACIÓN (Trabajo de Grado)*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA, Bogotá.
- Moreira, O. A. (2022). *Aplicación de mantenimiento productivo total (TPM) para el mejoramiento de los procesos operativos del taller mecánico industrial en una unidad educativa de la ciudad de Guayaquil (Tesis de Maestría)*. Universidad Politecnica Salesiana Ecuador, Guayaquil.
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Ediciones de la U.
- Roberts, Jack. TPM Mantenimiento Productivo Total, su definición e historia. Departamento de Tecnología e Ingeniería Industrial Texas A&M University-Commerce. Disponible en: <http://www.mantenimientoplanificado.com/tpm.htm>

Sarang, K.; Sadashiv, W., Ravikant, P. (2013) Estudio de Mantenimiento Productivo Total y su enfoque en la implementación de Industrias Hilanderas.

Seiichi, Nakajima. Introducción al TPM, Mantenimiento Productivo Total.

Seminario, L. A. (2017). *Implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para incrementar la eficiencia de las máquinas CNC de una empresa metal mecánica Lima - Perú 2017 (Tesis de pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Shirose, Kunio. Programa de Desarrollo del TPM. Madrid. Edición en español Tecnología de gerencia y producción S.A. 1991. 29-33p.

TPM Mantenimiento Total Productivo, su definición e historia 1999 disponible en Internet: <<http://tpmonline.com/articles.htm>> Versión en español, Madrid, España. 1991.

Tavares, L. A. (1999). *Administración Moderna de Mantenimiento*. Brasil.

Tuarez, C. A. (2013). *Diseño de Mejora Continua en una embotelladora y distribuidora de bebidas en Guayaquil a través de la app TPM (Mantenimiento Productivo Total) (Tesis de maestría)*. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil.

Ushiñahua, L. E. (2017). *Aplicación del TPM para Mejorar la productividad en la línea de Producción de Spools de la empresa FIMA S.A en el año 2017 (Tesis de pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo, Lima.

Varela, S. E. (2013). *Implementación de un plan de mantenimiento preventivo*. Universidad Tecnológica de Querétaro, Querétaro.

Vásquez, M. (19 de marzo de 2007). *Concepto de calidad para la organización*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/concepto-de-calidad-para-la-organizacion/>

Victorio, Y. M. (2019). *Propuesta de mejora aplicando TPM en el área de producción de la empresa Montalván Verástegui SAC*. Universidad Tecnológica del Perú, Lima.

Villena, A. (2017). Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10757/622200>

## ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Problemas Principal	Objetivos General	Hipótesis General	Variables Independiente	Indicador V.I.	Variables Dependiente	Indicador V.D.
¿Cómo mejorar la eficiencia de los equipos en una empresa de lavandería?	Implementar las herramientas TPM para mejorar la eficiencia de los equipos en una empresa de lavandería	Si se implementa las herramientas TPM mejorará la eficiencia de los equipos en una empresa de lavandería	<b>HERRAMIENTAS DE TPM</b>		<b>EFICIENCIA</b>	
Problemas Especifico	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	Variables Independiente	Indicador V.I.	Variables Dependiente	Indicador V.D.
¿Cómo mejorar la disponibilidad de los equipos en una empresa de lavandería?	Implementar un análisis de averías para mejorar la disponibilidad de los equipos de una empresa de lavandería	Si se implementa un análisis de averías mejorará la disponibilidad de los equipos de una empresa de lavandería	Análisis de averías	SI/NO	Disponibilidad	Disponibilidad = $MTBF / (MTBF + MTTR)$ (semanal)
¿Cómo reducir los paros no planificados de los equipos por falta de limpieza en una empresa de lavandería?	Implementar un mantenimiento autónomo para reducir los paros no planificados de los equipos por falta de limpieza en una empresa de lavandería	Si se implementa un mantenimiento autónomo reducirá los paros no planificados de los equipos por falta de limpieza en una empresa de lavandería	Mantenimiento Autónomo	SI/NO	Paros no Planificados por falta de limpieza	Tiempos de paros por falta de limpieza (semanal)
¿Cómo reducir las fallas por errores humanos en los equipos de una empresa de lavandería?	Implementar una matriz de habilidades para reducir las fallas por errores humanos en los equipos de una empresa de lavandería	Si se implementa una matriz de habilidades reducirá las fallas por errores humanos en los equipos de una empresa de lavandería	Matriz de habilidades	SI/NO	Fallas por errores humanos	Tiempos de paros por errores humanos (semanal)

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

<b>Variable Independiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
ANÁLISIS DE AVERÍA	Si / No	Según Bernasconi (2010). El análisis de falla como una actividad destinada a descubrir y eliminar la causa raíz de la misma y subraya que es una tarea compleja que requiere varias etapas, agentes y metodologías.	Reporte semanal de fallos y averías en los equipos
Mantenimiento Autónomo	Si / No	Según Vázquez (2016), Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada.	Elaboración de protocolos de mantenimiento autónomo, cronograma, recursos y capacitación para su ejecución
Matriz de habilidades	Si / No	Una matriz de habilidades proporciona información sobre los conocimientos y las competencias requeridas por una persona para desempeñar un rol dentro de un equipo de trabajo.	Capacidad de un equipo realice sus funciones en un tiempo establecido
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>
Disponibilidad	Disponibilidad = $MTBF / (MTBF + MTTTR)$ (semanal)	“Disponibilidad es la probabilidad, en el tiempo, de asegurar un servicio requerido. También se puede definir como el porcentaje de equipos o sistemas útiles en un determinado momento, frente al parque total de equipos o sistemas” (González Fernández, Teoría y práctica del mantenimiento industrial avanzado, 2012, pág. 76).	Capacidad de un equipo realice sus funciones en un tiempo establecido
Paros no Planificados por falta de limpieza	Tiempos de paros por falta de limpieza (semanal)	Los paros no programados son todos esos eventos imprevistos que nos obligan a detener un equipo o una máquina para resolver algún problema.	Reporte de fallas no planificadas por falta de mantenimiento en los equipos por semana
Fallas por errores humanos	Tiempos de paros por errores humanos (semanal)	El error humano puede definirse como un conjunto de variables que afectan al desempeño global de la empresa	Reporte de la cantidad de fallas por errores humanos en los equipos por semana

Anexo 3: Permiso de la empresa Lavandería Centenario EIRL.

Lima 01 de junio del 2022

DRY CLEANER



Por la presente, autorizo a los señores Bachilleres **Ayvar Ascanio Jesus y Encarnación Serrano Ricardo**, a fin de que puedan utilizar los datos, figuras o fotografías de la empresa denominada Lavandería Centenario EIRL para la elaboración de su tesis respectiva en la Universidad Ricardo Palma.

Sin otro particular asunto me despido.

Atentamente.

AVANDERÍA CENTENARIO E.I.R.L

*[Handwritten Signature]*  
.....  
JESUS E. Ayvar Cevallos  
.....