

SEP

TECNM

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUANA**  
**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**  
**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN**



**“Evaluación de modelo de gestión de mantenimiento basado en filosofía  
Mantenimiento Productivo Total para supermercados Calimax”**

Tesis que presenta:  
**Héctor Miguel Álvarez Romero**

Para obtener el grado de:  
**Maestro en Administración**

Directora de Tesis:  
**MCA. Martha Alicia Rodríguez Medellín**

Tijuana, Baja California, México

abril 2022

## Oficio de autorización de impresión de Tesis emitido por la coordinación



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Tijuana

Tijuana Baja California, 06/mayo/2022

No. de Oficio: 237/Coord. M.A./2022

Asunto: Autorización impresión de tesis

**DR. GUADALUPE HERNÁNDEZ ESCOBEDO**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**  
**E INVESTIGACIÓN**  
**PRESENTE**

En lo referente al trabajo de tesis titulado: "Evaluación de modelo de gestión de mantenimiento basado en filosofía Mantenimiento Productivo Total para supermercados Calimax", presentado por el C. HÉCTOR MIGUEL ÁLVAREZ ROMERO, alumno con número de control: M20210021 de la Maestría en Administración. Informamos a usted que después de una minuciosa revisión, los miembros del comité manifiestan APROBAR LA TESIS en todas sus partes, en virtud de reunir las exigencias de un trabajo profesional y a su vez satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias, por lo que se autoriza al interesado para que proceda de inmediato a la impresión del mismo.

### ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica-  
Por una juventud integrada al desarrollo de México-*

**MCA. MARTHA ALICIA RODRÍGUEZ MEDELLÍN**  
**PRESIDENTE**

**DR. RAÚL BARÚTCH PIMIENTA GALLARDO**  
**SECRETARIO**

**MA. JULIANA CERVANTES CASTRO**  
**VOCAL**



Calzada del Tecnológico S/N Esq. Castillo de Chapultepec y calle Cuauhtemotzin,  
Fracc. Tomás Aquino C.P.22414 Tijuana, Baja California. Tel. 01 (664) 6078400 Est. 101  
e-mail: dir\_tijuana@tecnm.mx | tecnm.mx | Tijuana.tecnm.mx



**2022 Flores**  
**Magón**

PRESENCIA DE LA REGISTRO NACIONAL

# Oficio de autorización de impresión de Tesis por parte de DEPI



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Tijuana

Tijuana, Baja California,

24/mayo/2022

OFICIO No. 054/DEPI/2022

Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

**MARIA MAGDALENA SERRANO ORTEGA**  
**JEFEA DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES**  
**PRESENTE**

En lo referente al trabajo de tesis, "Evaluación de modelo de gestión de mantenimiento basado en filosofía Mantenimiento Productivo Total para supermercados Calimax.". Presentado por C. Héctor Miguel Álvarez Romero, alumno de la Maestría en Administración con número de control M20210021; informo a usted que a solicitud del comité de tutorial, tengo a bien Autorizar la impresión de Tesis, atendiendo las disposiciones de los Lineamientos para la Operación de Estudios de Posgrado del Tecnológico Nacional de México.

Sin más por el momento le envié un cordial saludo.

**A T E N T A M E N T E**  
Excelencia en Educación Tecnológica.



**GUADALUPE HERNÁNDEZ ESCOBEDO**  
**JEFEE DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

ccp. Archivo

GHE/lap



Calzada del Tecnológico S/N Esq. Castillo de Chapultepec y calle Cuauhtemotzin,  
Fracc. Tomás Aquino C.P.22414 Tijuana, Baja California. Tel. 01 (664) 6078400  
Est. 101

e-mail: dir.tijuana@tecnm.mx | tecnm.mx | Tijuana.tecnm.mx



**Ricardo**  
**2022 Flores**  
**de Maagón**  
PRESIDENTE DE LA ASOCIACIÓN PATRONAL

## Carta de cesión de derechos

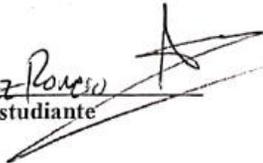
# INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TIJUANA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

### CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de Tijuana, B.C. del 31 de mayo del 2022, el C. Héctor Miguel Álvarez Romero, alumno del Programa de Maestría en Administración con numero de control M20210021, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección de MCA. Martha Alicia Rodríguez Medellín y ceden los derechos del trabajo intitulado "Evaluación de modelo de gestión de mantenimiento basado en filosofía Mantenimiento Productivo Total para supermercados Calimax" al Tecnológico Nacional de México /IT Tijuana para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, figuras, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y del director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección de correo electrónico: martha.rodriguez@tectijuana.edu.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Héctor Miguel Álvarez Romero   
Nombre y firma del estudiante

## **Dedicatorias/Agradecimientos**

La eternidad no consiste en vivir eternamente, sino en que todos te extrañen cuando mueras...bis bald vater.

## Resumen

La búsqueda de la mejora continua debe ser uno de los propósitos de toda empresa que desea posicionarse en lo más alto de su sector, teniendo como alcance todas las áreas de la compañía. Para lograrlo existen herramientas de distintos niveles de complejidad que han comprobado su efectividad en empresas de todo el mundo. Esta investigación pone a prueba a la filosofía *TPM* en un negocio tipo supermercado con la intención de identificar el impacto que se tendría en los resultados de mantenimiento, atendiendo la oportunidad de la reducida cantidad de casos de referencia de implementación de esta herramienta en empresas fuera del ramo de producción en masa.

Para reconocer los beneficios o afectaciones derivadas del uso de la metodología se definieron indicadores de desempeño que miden a la gestión del mantenimiento, como son costos, calidad del mantenimiento preventivo, satisfacción del cliente interno y calificación de auditoría y se registraron sus resultados en dos periodos de tiempo, uno con la operación sin cambios y otro con el modelo propuesto de tres meses cada uno aplicándose en el supermercado Calimax Florido.

Al comparar los indicadores entre los periodos se obtuvo una mejora de 21.5% en la efectividad del mantenimiento preventivo, 22.2% en la calificación de auditoría interna y 10.22% en la encuesta de nivel de satisfacción del cliente interno, mientras que se generó un aumento de 88.34% en los costos de mantenimiento. El resultado claramente negativo de este indicador puede acreditarse al corto periodo de tiempo de evaluación.

## **Abstract**

The search for continuous improvement must be one of the purposes of every company that wishes to position itself at the top of its sector, reaching all areas of the company. To achieve this, there are tools of different levels of complexity that have proven their effectiveness in companies around the world. This research tests the TPM philosophy in a supermarket-type business with the intention of identifying the impact that it would have on maintenance results, taking into account the opportunity of the reduced number of reference cases of implementation of this tool in companies outside the mass production branch.

To recognize the benefits or effects derived from the use of the methodology performance indicators were defined that measure maintenance management, such as costs, quality of preventive maintenance, internal customer satisfaction and audit qualification, and their results were recorded in two periods of time, one with the operation without changes and another with the proposed model of three months each, being applied in the Calimax Florido supermarket.

When comparing the indicators between the periods, an improvement of 21.5% was obtained in the effectiveness of preventive maintenance, 22.2% in the internal audit rating and 10.22% in the internal customer satisfaction level survey, while an increase in 88.34% in maintenance costs. The clearly negative result of this indicator can be credited to the short period of evaluation time.

## Índice general

Dedicatorias/Agradecimientos.....	i
Resumen.....	ii
<i>Abstract</i> .....	iii
Introducción.....	viii
<b>Capítulo I: Planteamiento de la investigación</b>	
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Definición del problema .....	5
1.3 Objetivos .....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.1.1 Objetivos específicos .....	6
1.4 Preguntas de investigación .....	6
1.5 Formulación de Hipótesis.....	6
1.6 Definición de variables .....	7
1.6.1 Modelo Conceptual.....	12
1.7 Justificación.....	13
1.8 Delimitación del estudio .....	14
1.9 Limitación del estudio.....	16
<b>Capítulo II: Fundamento Teórico</b>	
2.1 Marco Teórico .....	19
2.1.1 Mantenimiento .....	19
2.1.2 Estrategias de mantenimiento .....	22
2.1.3 Mantenimiento correctivo/operar hasta la falla .....	25
2.1.4 Mantenimiento preventivo.....	26
2.1.5 <i>TPM</i> .....	28
2.1.6 Mantenimiento autónomo .....	32
2.1.7 5S .....	33
2.1.8 Modelo de gestión .....	34
2.1.9 Costos de mantenimiento .....	35

2.2 Marco referencial.....	36
2.2.1 Implementación de la filosofía <i>TPM (Total Productive Maintenance)</i> en una empresa local .....	36
2.2.2 Diseño e implementación de un sistema de gestión de <i>TPM</i> para reducir costos operativos en la línea de producción de plataformas de la empresa de fabricaciones mecánicas Carranza.....	37
2.2.3 Implementación de <i>TPM</i> en almacén automático .....	37
<b>Capítulo III: Metodología</b>	
3.1 Diseño de la investigación.....	40
3.2 Sujeto de estudio.....	42
3.3 Universo o población.....	42
3.3.1 Muestra.....	44
3.3.2 Selección de la muestra .....	45
3.4 Método y técnicas de recolección de datos.....	47
3.5 Diseño del instrumento.....	50
3.5.1 Validez del instrumento .....	59
3.6 Recolección de datos .....	59
3.6.1 Tabulación .....	59
<b>Capítulo IV: Resultados</b>	
4.1 Análisis de resultados .....	70
4.2 Análisis e interpretación de los resultados .....	72
4.3 Resultados extraordinarios.....	76
<b>Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones</b>	
5.1 Conclusiones.....	79
5.2 Propuesta.....	80
5.3 Recomendaciones.....	81
5.3.1 Recomendaciones para la empresa sujeto de investigación .....	81
5.3.2 Recomendaciones para investigaciones futuras.....	83
Anexo 1 .....	84
Anexo 2 .....	85
Anexo 3 .....	86
Anexo 4 .....	87
Bibliografía .....	88

## Índice de figuras

Figura 1.1 Modelo conceptual interacción entre variables .....	12
Figura 3.1: Formato para análisis comparativo entre modelos.....	50
Figura 3.2: Instrumento para recolección de datos (costos de mantenimiento) .....	51
Figura 3.3: Instrumento para recolección de datos (cumplimiento mantenimiento preventivo) .....	52
Figura 3.4: Instrumento para recolección de datos (efectividad mantenimiento preventivo) .....	53
Figura 3.5: Instrumento para recolección de datos (cumplimiento de auditoria) .....	55
Figura 3.6: Instrumento para recolección de datos (nivel satisfacción cliente interno)..	57
Figura 4.1 Mejoras del modelo de gestión de mantenimiento .....	74

## Índice de tablas

Tabla 1.1 Listado de equipos y sistemas con operatividad a responsabilidad de mantenimiento.....	15
Tabla 2.1 Acontecimientos importantes en la historia de mantenimiento.....	23
Tabla 2.2: Criterio para la definición de estrategia de manteniendo por equipo.....	25
Tabla 2.3: Significado de fases filosofía 5S's .....	33
Tabla 3.1: Detalle de colaboradores que conforman el universo .....	43
Tabla 3.2 Cantidades de equipos con operatividad a responsabilidad de mantenimiento en sucursal Calimax Florido .....	44
Tabla 3.3 Equipos considerados en propuesta modelo de gestión de mantenimiento..	45
Tabla 3.4 Análisis de criticidad de los equipos.....	46
Tabla 3.5: Relación de instrumentos para evaluar variables.....	47
Tabla 3.6: Finalidad de las preguntas de encuesta para nivel de satisfacción.....	58
Tabla 3.7: Tabla comparativa entre modelos de mantenimiento .....	60
Tabla 3.8: Resumen de costos de mantenimiento en periodo enero-marzo 2021 .....	61
Tabla 3.9: Resumen de costos de mantenimiento en periodo abril-junio 2021 .....	62
Tabla 3.10: Cumplimiento de mantenimiento preventivo.....	63
Tabla 3.11: Efectividad de mantenimiento preventivo .....	64
Tabla 3.12: Resultados de auditoría interna periodo enero-marzo 2021.....	65
Tabla 3.13: Resultados de auditoría interna periodo abril 2021 .....	66
Tabla 3.14: Resultados aplicación encuesta satisfacción cliente interno individuo 1 ....	67
Tabla 3.15: Resultados aplicación encuesta satisfacción cliente interno individuo 2 ....	67
Tabla 3.16: Resultados aplicación encuesta satisfacción cliente interno individuo 3 ....	68
Tabla 4.1: Resumen de resultados de implementación.....	75

## Introducción

Sin lugar a dudas el capital humano es el recurso más importante con el que toda empresa puede contar, no debe menospreciarse la gran aportación hacia los objetivos de la compañía que una persona capacitada puede lograr desde cualquier trinchera, por supuesto es responsabilidad de los líderes definir las estrategias que aprovechen de mejor manera las capacidades de sus colaboradores. Esto es precisamente lo que busca la presente investigación, particularmente en el entorno de mantenimiento de un supermercado, donde es común encontrar separadas las responsabilidades de las personas que operan y quienes reparan los equipos utilizados para el trabajo, por ello es adecuado el uso de filosofía *TPM* que se basa en la integración de los departamentos de Operaciones y Mantenimiento para mejorar productividad y disponibilidad.

En el Capítulo I se aborda la situación en la que se encuentran los resultados del departamento de Mantenimiento en la sucursal Calimax Florido, para después identificar las áreas de oportunidad y proyectar la estrategia general para atacarlas.

En el Capítulo II se recopila la teoría técnica y administrativa que respalda la hipótesis establecida, incluyendo definición de los conceptos fundamentales del área y un resumen de su evolución en la historia. También se presentan 3 casos de éxito de implementación de la filosofía *TPM* en empresas de distintos ramos.

En el Capítulo III se establecen las características de la investigación, describiendo su enfoque cuantitativo, alcance correlacional y 9 etapas de implementación. Se define también a quien va dirigido y cuáles serán las herramientas para alcanzar los objetivos. Se cierra con la tabulación de los resultados obtenidos para los indicadores.

En el Capítulo IV se revisan a detalle los efectos de la implantación del modelo de gestión de mantenimiento mediante la comparación entre los periodos con utilización y sin ella, analizando la diferencia en costos, calidad del mantenimiento preventivo, calificación de auditoría interna y nivel de satisfacción del cliente interno. Además, se registran las consecuencias que no estaban consideradas previamente.

En el Capítulo V se reconocen los efectos globales del uso del modelo de gestión, consiguiendo un sistema en el que podría basarse su uso en otras empresas. Se hacen recomendaciones para futuras investigaciones y para la propia compañía.

# **Capítulo I: Planteamiento de la investigación**

Se presenta el esquema con el que se ha llevado a cabo la mantención de los equipos en la empresa Calimax, la afectación que genera en la disponibilidad y costos al negocio. Por lo que se bosqueja la propuesta y los conceptos que serían beneficiados con su implementación.

## 1.1 Antecedentes

La estrategia *TPM* fue creada por el *JIPM* (*Japan Institute of Plan Maintenance*) en 1971, compilando siete herramientas que denominaron pilares: 1. Mejoras enfocadas, 2. Mantenimiento autónomo, 3. Mantenimiento programado, 4. Prevención del mantenimiento, 5. Mantenimiento en áreas de soporte, 6. Polivalencia y 7. Seguridad y entorno (JIPM, 2015).

De acuerdo a García (2012) “*TPM* emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad. En una empresa en la que *TPM* se ha implantado toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos”.

De acuerdo al propio creador “*TPM* se enfoca en los equipos y las personas, es una técnica de mantenimiento que mejora la productividad para alcanzar cero pérdidas y reforzar las bases productivas” (JIPM, 2015).

La estrategia ha sido utilizada por empresas de clase mundial, teniendo resultados favorables cuando se logra implementar satisfactoriamente, como menciona Roberts (2013):

*“Ford, Eastman Kodak, Dana Corp., Allen Bradley, Harley Davidson; son solamente unas pocas de las empresas que han implementado TPM con éxito. Kodak, por ejemplo, reporta que, con 5 millones de dólares de inversión, logró aumentar sus utilidades en \$16 millones de beneficio directamente derivado de implementar TPM. Una fábrica de aparatos domésticos informa de la reducción en cambio de dados en sus troqueladoras de varias horas a sólo 20 minutos. Esto equivale a tener disponibles el equivalente a dos o tres máquinas más, con valor de un millón de dólares cada una, pero sin haber qué tenido que comprarlas o rentarlas. En algunas de sus divisiones, Texas Instruments reporta hasta un 80% de incrementos de su productividad”.*

Todas estas empresas y una gran parte de las que se presentan en publicaciones que documentan la implementación de *TPM* pertenecen al sector secundario o enfocado a

la producción de artículos en masa. Un elemento atractivo de esta investigación es la aplicación de la filosofía en una empresa del sector terciario o servicios, como lo es una cadena de supermercados.

Calimax es una de las empresas más importantes de Baja California, y lo ha logrado a través de un crecimiento acelerado y constante, desde sus inicios en 1939 hasta el día de hoy. Cuenta con 98 sucursales en el Estado. Ha mantenido el control administrativo a través de la familia fundadora, generando a su vez en sus colaboradores un ambiente familiar y un fuerte sentido de pertenencia. Sin duda ha sido uno de los principales factores que le han permitido el éxito.

En el sector de comercio minorista el margen de ganancia es de alrededor del 0.5-1.5% (Cabía, 2019), siendo altamente sensible a variaciones por gastos extraordinarios, por lo que se presta especial atención a evitarlos y de no ser posible, mantenerlos diferidos a lo largo del año presupuesto.

Además, dada la competitividad del negocio, se debe buscar ofrecer al cliente productos y una experiencia de compra de la más alta calidad para impulsar en ellos el deseo de una próxima visita. El área de mantenimiento influye directamente en ese tema, ya que es el responsable de los sistemas y equipos que sostienen en operación, conservan los productos, generan ambientes de confort y fabrican productos en las sucursales.

## **1.2 Planteamiento del problema**

Tanto en las poblaciones como en las compañías, las actividades de mantenimiento y sus costos tienen un impacto directo en el alcance de sus objetivos. En algunos sectores de las empresas productivas son pieza clave para la operatividad total, además de contribuir como ventaja competitiva frente a la creciente demanda de productos y servicios con mayor calidad, más económicos y seguros.

Esto vuelve complicado calcular cuales serían las consecuencias económicas de no contar con las funciones de mantenimiento, pero demuestra su importancia.

De acuerdo a Olarte (2010) las siguientes pérdidas se presentan cuando en las empresas no se cuenta con actividades de mantenimiento planeado:

- “• Paradas del proceso de producción.

- Averías inesperadas de los equipos.
- Daños en la materia prima.
- Elaboración de productos defectuosos.
- Incumplimiento en los tiempos de entrega de los productos.
- Accidentes laborales”.

Estas pérdidas deben ser inmediatamente corregidas a través de la aplicación de tareas de ajuste, calibración, reemplazo de refacciones o componentes que reciben el nombre de mantenimiento correctivo.

Como menciona Dounce (2014) la función mantenimiento tiene un doble objetivo “el primero es asegurar la preservación de un medio ambiente de calidad, y el segundo mantener el ciclo equilibrado de la calidad de insumos, con lo cual el sistema se equilibra hasta cumplir su ciclo de vida útil”, es decir que para alcanzar los mejores resultados no solamente es necesaria la intervención del personal encargado de mantener, sino que es necesario generar un medio ambiente de calidad en el cual todos los eslabones del proceso productivo puedan trabajar eficaz y eficientemente, a ello se le ha denominado preservación.

“Preservación: es la acción humana encargada de evitar daños a los recursos existentes en el hábitat humano. Proteger, resguardar anticipadamente a una persona o cosa de algún daño o peligro que pueda surgir” (Dounce, 2014).

Es entonces que la suma de los esfuerzos de actividades de mantenimiento preventivo y la cultura de preservación contribuyen a extender la disponibilidad y vida útil de los equipos; es por ello que “hay una correlación directa entre la cantidad de mantenimiento preventivo aplicado y la aparición de problemas que requieren mantenimiento correctivo. Mientras más invierta en el mantenimiento preventivo, menos invertirá en mantenimiento correctivo” (Premiertech, 2020).

El trabajar buscando que los usuarios de equipos formen un ambiente sano y que en paralelo se cumpla con tareas preventivas de tipo técnico es una excelente estrategia para obtener resultados satisfactorios para las empresas, logrando una correcta gestión de mantenimiento. Dounce (2014) afirma “entre las industrias que elaboran productos similares con máquinas y procedimientos similares, aquellas que obtiene mejores

resultados en la calidad y el precio de sus productos son las que han logrado que éstos sean fáciles de preservar y mantener”.

Por tal motivo las empresas exitosas deben de utilizar un modelo de gestión de mantenimiento que asegure el cumplimiento de ambos factores.

El desarrollo ascendente de Calimax no ha ido en paralelo con el propio del área de mantenimiento, ya que se trabaja con enfoques y estrategias desarticuladas. Existe una desconexión entre usuario y el mantenimiento de sus equipos, quienes a consecuencia de la estrategia actual tienen como principal enfoque producir.

Calimax tiene una particularidad, en lo que respecta al departamento de mantenimiento, no se cuenta con un representante de esta área en las sucursales y no es viable la contratación de los mismos. Las actividades de mantenimiento son programadas remotamente y ejecutadas por personal técnico móvil a través de reportes desde las sucursales. Una vez ejecutados los trabajos de mantenimiento preventivo o reparaciones son aprobados por Gerentes o Sugerentes de la sucursal correspondiente, quienes no son especialistas técnicos. Esta situación genera poco aprovechamiento de los programas de mantenimiento preventivo.

Otro punto que suma a la problemática de la empresa es que al no contar con capacitación técnica o de funcionamiento los usuarios tienen prácticas que reducen o impiden la disponibilidad de los equipos, como pueden ser malas conductas de limpieza, mala operación, prácticas inseguras, etc. Este hecho es abonado por la visión que se tiene de las dos principales áreas con injerencia directa en los equipos, donde operaciones tiene la responsabilidad del uso de los equipos y mantenimiento de repararlos y mantenerlos. Sin duda es más productivo trabajar en conjunto y con la idea de que ambas áreas tienen la misión de cuidar, mantener y extender la vida útil de sus equipos. Para ello se encuentra la necesidad de generar una cultura de propiedad, que genere prácticas que apoyen a un mejor cuidado de los activos.

Actualmente los equipos esenciales cuentan con planes de mantenimiento preventivo, pero con oportunidad de mejorar en todos los sentidos, como pueden ser desde calidad, supervisión de ejecución hasta una revisión a detalle de sus cimientos, tareas y periodicidades. Otros equipos más se mantienen con el plan “operar hasta la falla”.

El departamento de mantenimiento dedica en promedio el 65% del tiempo total disponible del personal técnico a la reparación de averías. La cantidad de reportes reflejan una situación muy similar. Donde 649 de los 1,072 reportes realizados en la plataforma de mantenimiento son de tipo correctivo y el resto son trabajos programados, en el periodo enero-abril 2020. Lo cual refleja una estrategia de tipo reactiva, aun cuando se cuenta con una plantilla de personal técnico interno, así como proveedores de servicio bien capacitados.

La aparición de estas fallas resulta en pérdidas en la disponibilidad de equipos, merma o baja calidad en productos, mala velocidad de producción y/o condiciones inseguras para los usuarios. Lo cual impacta directamente a la experiencia de compra del cliente, a quien la empresa está enfocada principalmente.

Además de las afectaciones que implica el paro de equipos, la aplicación del mantenimiento tanto preventivo como correctivo representa un 8% del gasto anual de las sucursales, compuesto por mano de obra externa, refacciones e insumos por lo que una variación en este rubro afecta considerablemente los resultados del negocio.

Se desea conocer que beneficios en disponibilidad, gastos de mantenimiento y percepción del departamento se consigue diseñando e implementando un nuevo modelo de gestión de mantenimiento, con propuestas de mejora en estrategia, ejecución, cultura y estructura.

### **1.2.1 Definición del problema**

Se trabaja con un modelo de gestión de mantenimiento desarticulado, lo que provoca que en proporción el 65% de los reportes sean de tipo no programado, afectando disponibilidad, costos de mantenimiento y calidad en el funcionamiento de los equipos.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar el impacto que se genera en los resultados de mantenimiento con la implementación de un modelo basado en la filosofía *TPM* en supermercado Calimax para junio 2021.

#### **1.3.1.1 Objetivos específicos**

- Reducir los costos económicos de mantenimiento para aportar en los resultados financieros del negocio para junio 2021.
- Mejorar el índice entre mantenimiento correctivo y preventivo con la intención de tener una mejor disponibilidad de los equipos para junio 2021.
- Incrementar la calificación obtenida en auditoría interna la cual representa una mejora en las condiciones generales de los equipos y en la experiencia de compra de clientes para junio 2021.
- Mejorar el nivel de satisfacción del cliente interno a través de la reafirmación de la sociedad entre Operaciones y Mantenimiento para junio 2021.

## **1.4 Preguntas de investigación**

¿Cuál es el efecto que tendrá la implementación de un modelo de gestión basado en la filosofía *TPM* en el desempeño del departamento de Mantenimiento de supermercado Calimax?

## **1.5 Formulación de Hipótesis**

La implementación de un Modelo de gestión basado en la filosofía *TPM* reducirá los reportes de tipo correctivo en los equipos, lo que mejorará la eficiencia del trabajo, reducirá los costos, mejorará los resultados de auditoría interna y satisfacción del cliente interno.

## 1.6 Definición de variables

### Variable independiente

Se determina al modelo de gestión de mantenimiento como variable independiente, a la que se evaluará para conocer cualidades en comparación con la metodología utilizada originalmente.

### Definición conceptual

Porto (2020) define al concepto modelo de gestión de la siguiente manera: “es un esquema o marco de referencia para la administración de una entidad”. Es decir, el resultado de un análisis a los procesos, para definir la manera más efectiva de realizar una actividad, con la intención de replicarlo en el desarrollo de dicha labor.

Es posible aplicarlo en las funciones de mantenimiento, Viveros (2013) menciona el concepto de ciclo de mantenimiento:

*“secuencia lógica del proceso táctico-operativo de las actividades de mantenimiento, las cuales son: planificación, programación, asignación de tareas/trabajo y la ejecución correspondiente” incorporando también actividades de mejora continua: “análisis de lo ya ejecutado para la búsqueda respectiva de oportunidades de mejora y el proceso de identificación de tareas necesarias para implementar las mejoras definidas anteriormente” (Viveros, 2013).*

Viveros (2013) confirma la importancia de la incorporación de las áreas involucradas en el proceso de mantenimiento con el siguiente aporte:

*“La gestión del mantenimiento no es un proceso aislado, sino que es un sistema linealmente dependiente de factores propiamente ligados a la gestión del mantenimiento, así como de factores internos y externos a la organización. De hecho, la situación más deseable es la completa integración de la gestión del mantenimiento dentro del sistema”.*

## **Definición operacional**

Para este proyecto se valora la calidad del modelo de gestión de acuerdo al enfoque que se le da a cada uno de los cuatro pilares que lo integran:

- Estrategia: Actividades orientadas a abonar en el negocio central y mejorar la experiencia de compra del cliente, a través de incrementar la disponibilidad de equipos, preservar productos con calidad, mantener condiciones seguras y espacios con buena presentación.
- Ejecución: Herramientas que ayuden a controlar la correcta ejecución de las actividades de mantenimiento para cumplir los objetivos establecidos, con el fin de que las operaciones sean ejecutadas con excelencia.
- Cultura: Actividades enfocadas en crear una cultura de mantenimiento que este inspirada en el desempeño a través de capacitaciones a colaboradores.
- Estructura: Organización del personal disponible para apoyar en la estrategia de mantenimiento. Propiciar una estructura horizontal que permita ser rápido y flexible, reducir la burocracia y simplificar el trabajo.

Se definirán de manera detallada las actividades del modelo de gestión propuesto y su correspondencia a los pilares mencionados. Posteriormente se hará también con los procesos del modelo original, para formar un análisis comparativo cualitativo entre ambos modelos, con el objetivo de conocer cual modelo cuenta con las tareas más eficaces de acuerdo a los resultados de las variables dependientes obtenidos en su aplicación.

A continuación, se presentan las variables dependientes.

Uno de los objetivos de una correcta administración del mantenimiento es la gestión de los recursos, por lo que se evaluara el impacto que existe en los costos al utilizar el modelo propuesto.

## **Variable dependiente 1 (costos de mantenimiento)**

### **Definición conceptual**

En esta sección se mide la eficiencia con la que los trabajos de mantenimiento son efectuados, de acuerdo a Sena (1991) se define como: “valor del conjunto de bienes y servicios que se consumen para adelantar una tarea de mantenimiento. Se encuentran

conformados por los costos de suministros y los costos de mano de obra que incluyen los costos de operación”.

### **Definición operacional**

Los gastos que se generan hacia las sucursales por concepto de mantenimiento son los siguientes:

**Pólizas de mantenimiento:** Sistemas como refrigeración, producción de panadería, cuarto de bombas y equipo de corte tienen un plan de mantenimiento por contrato con compañías externas, donde la mano de obra tanto para los trabajos preventivos como no programados está considerada en cobro mensual.

**Mano de obra externa para trabajos correctivos:** Otros sistemas que no cuentan con póliza y que requieren reparaciones son contratadas por evento.

**Material, refacciones e insumos:** Los suministros necesarios para efectuar un trabajo correctivo (aun estando en póliza) no están considerados y toda compra de ellos se da por evento.

Los gastos en los conceptos anteriores son registrados y cargados mensualmente al balance financiero de cada sucursal.

Existen otros bienes que son afectados directamente por la disponibilidad de los equipos, como pueden ser para nuestro caso, pérdida de venta por producto no exhibido, merma, no producción de productos, mala imagen de instalaciones, entre otros. Los cuales no serán utilizados para este indicador.

Por tanto, se definen a los costos de mantenimiento de la siguiente manera:

$$CM = POLM + MOE + SUM$$

$$\text{Costos de Mantenimiento} = \text{Póliza de mantenimiento} + \text{Mano de obra externa} + \text{Suministros}$$

Como factor en común entre el modelo de gestión propuesto y el sistema original se encuentra la utilización de los programas de mantenimiento preventivo, pero buscando su optimización a través de una mejor supervisión. Para monitorear los resultados se define como otra variable dependiente a la calidad del mantenimiento preventivo.

## **Variable dependiente 2 (calidad del mantenimiento preventivo)**

### **Definición conceptual**

Como menciona Torres (2010), se define a las tareas de mantención de tipo preventivo como “mantenimiento efectuado con la intención de reducir la probabilidad de fallo de un bien o de un servicio prestado”.

Son actividades preestablecidas que se realizan en los equipos de manera periódica, aunque este no presente problemas o fallas. La finalidad es evitar los contratiempos y costos que genera tener un equipo fuera de servicio, así como el de su reparación o mantenimiento correctivo.

### **Definición operacional**

Después de hacer una revisión a los programas de mantenimiento actuales y de hacer los ajustes, donde sea necesario, se crearán herramientas para asegurar su ejecución y que sea de manera correcta.

También se instalarán instrumentos que ayuden al personal operativo a anticipar una falla de manera oportuna y prevenir el paro de equipos.

Se espera que la correcta aplicación de estas medidas tenga como resultado la reducción de las ordenes de trabajo de tipo no programado.

$$CMP = \# \text{ OTMP} / \# \text{ OTMPP}$$

Cumplimiento del MP = Cantidad ordenes de trabajo mantenimiento preventivo ejecutado / Cantidad ordenes de trabajo de mantenimiento preventivo planeado

$$EMP = \# \text{ OTMP} / \# \text{ OTMT}$$

Efectividad del MP = Ordenes de trabajo mantenimiento preventivo / Ordenes de trabajo mantenimiento totales

Otro objetivo a observar es el impacto que se tiene en el nivel de satisfacción del cliente interno al trabajar con el modelo de mantenimiento propuesto.

## **Variable dependiente 3 (nivel de satisfacción del cliente interno)**

### **Definición conceptual**

Para el departamento de mantenimiento es importante también conocer los resultados cualitativos de su desempeño. Uno de ellos es la imagen o visión que se tiene respecto a la calidad de su servicio por parte del área con la que se relaciona directamente, los

usuarios de los equipos e instalaciones que repara. Para nuestro caso el área de operaciones, al que por cuestiones prácticas se le considera “cliente interno”.

Philip Kotler (2001) define la satisfacción del cliente como "el nivel del estado de ánimo de una persona que resulta de comparar el rendimiento percibido de un producto o servicio con sus expectativas".

### **Definición operacional**

Se elabora una encuesta donde el cliente dejará saber su opinión respecto a las actividades desarrolladas por parte de mantenimiento.

La encuesta evaluará los aspectos que operaciones espera del área de mantenimiento. Estarán basados en las cuatro expectativas del cliente que propone Buckingham (2000) “independientes del tipo de empresa o los tipos de personas. Son cuatro expectativas jerárquicas, lo cual significa que es necesario cumplir las de los primeros niveles para que el cliente esté dispuesto a prestar atención a las de niveles superiores”.

Estas expectativas son tropicalizadas a los servicios de mantenimiento de la siguiente manera:

Exactitud: La manera en que los sistemas y equipos operan. La efectividad con la que se mantienen.

Disponibilidad: La velocidad en la que sus solicitudes son atendidas.

Alianza: El trato que reciben por personal técnico y administrativo. El sentir que mantenimiento esta de su parte.

Asesoría: Los consejos y recomendaciones que se reciben para el cuidado de los equipos y sistemas.

Por último, se considera el estado actual de los equipos e instalaciones antes y después de la aplicación del modelo propuesto a través de una auditoría interna.

### **Variable dependiente 4 (calificación de auditoría interna)**

#### **Definición conceptual**

*“La auditoría interna es una actividad independiente y objetiva de aseguramiento y consulta, concebida para agregar valor y mejorar las operaciones de una organización. Ayuda a una organización a cumplir sus objetivos pues aporta un enfoque sistemático y*

*disciplinado con el que evaluar y mejorar la eficacia de los procesos de gestión” (Hernandez, 2016).*

### **Definición operacional**

El área de auditoría lleva a cabo periódicamente visitas a las sucursales para evaluar sus condiciones y apego a procedimientos en todas las áreas a la que denominan Auditoría Integral.

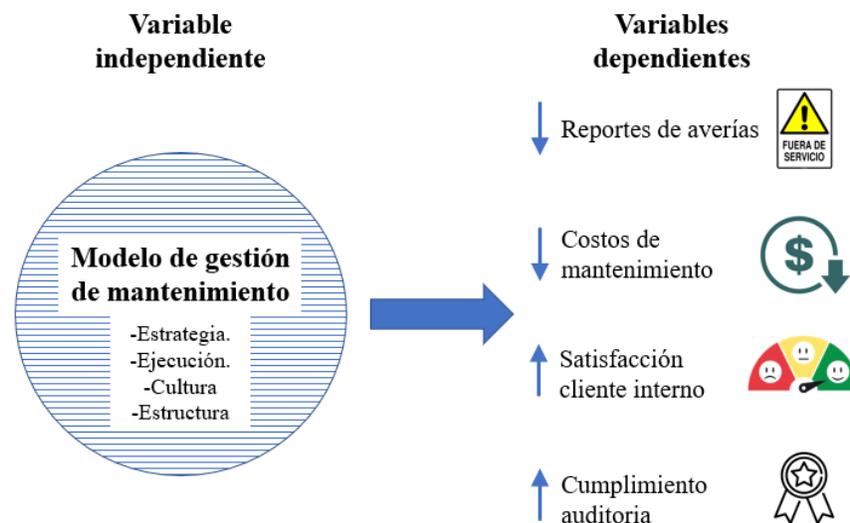
Una parte importante de esta revisión se enfoca a monitorear la calidad de sus equipos e instalaciones. Estos puntos cuidan aspectos como disponibilidad, limpieza, seguridad, entre otros. Donde se tiene responsabilidad directa de las áreas de operaciones y mantenimiento.

Otra manera de evaluar los resultados de mantenimiento será aprovechar esta herramienta para conocer las condiciones actuales y monitorear mejoras.

### **1.6.1 Modelo Conceptual**

En la imagen 1.1 Modelo conceptual de interacción entre variables se representa el pronóstico que habrá en los resultados de las variables dependientes (reporte de averías, costos de mantenimiento, satisfacción del cliente interno y cumplimiento de auditoría) con la implementación del modelo de gestión de mantenimiento propuesto.

**Figura 1.1 Modelo conceptual interacción entre variables**



Fuente: elaboración propia

Derivado de la implementación del modelo de gestión de mantenimiento propuesto se espera una reducción en la cantidad de reportes de averías y costos de mantenimiento, así también un mayor nivel de cumplimiento de los puntos calificados en auditoría interna y en el de satisfacción del cliente interno (operaciones).

### **1.7 Justificación**

La labor del departamento de mantenimiento, especialmente la del personal administrativo, no debe de concentrarse solamente en la reparación oportuna de los equipos, el cumplimiento de los planes actuales o el apego a presupuesto, sino que debe de cuestionarse permanentemente si sus actividades actuales son las más eficaces y eficientes posibles. Buscando siempre la actualización a través de la mejora continua, como indica Cáceres (2004):

*“La función de mantenimiento, a través de cada uno de los niveles que se hallan implícitos en su estructura organizativa está en capacidad de aportar varios componentes en el proceso de direccionamiento y estrategias, a partir del diagnóstico de las oportunidades para optimización de costos y la evaluación del impacto del mantenimiento dentro del negocio, mediante la generación de las políticas, los planes, las estrategias de contratación e integridad de los equipos”.*

Esa es precisamente la intención de esta investigación. La empresa ha sido exitosa con el modelo de gestión de mantenimiento actual, y sin lugar a dudas lo seguirá siendo sin cambio alguno en el mismo, pero es responsabilidad de sus administradores el buscar nuevas rutas para apoyar en las metas generales de la compañía. Es debido a que el enfoque de la investigación es de mejora continua se tiene una relación directa con la línea de investigación de la Administración de la calidad.

Algunos de los beneficios buscados con el diseño e implementación de un nuevo modelo son los siguientes:

- Mejora del aprovechamiento del capital humano: A través de la capacitación al personal operativo se busca incorporarlo en la estructura de mantenimiento,

logrando un incremento en la utilización de habilidades manuales/operacionales, trabajo en equipo y habilidades de solución de problemas.

- Mejora del aprovechamiento de los recursos financieros: Estableciendo herramientas de control y supervisión para asegurar la correcta ejecución de los programas de Mantenimiento Preventivo se busca reducir gastos en reparaciones de equipos, refacciones, mano de obra y reemplazo.
- Reducción de accidentes: Los nuevos conocimientos técnicos de personal operativo les permitirá identificar condiciones y practicas inseguras, para evitarlas y reportarlas a responsables de su mitigación.
- Mejora de disponibilidad de los equipos: Al contar con un programa de mantenimiento robusto y eficaz se logrará mantenerlos activos por un tiempo mayor y con ello aprovecharlos de mejor manera.
- Mejora en calidad de productos: Un equipo bien mantenido entregara un producto de calidad, este es el caso para los utilizados en las áreas de panadería y carnicería.

Todos estos puntos contribuyen a ofrecer ambientes laborales más seguros y productivos para los empleados, así como un mejor servicio para los clientes. Además de contribuir a las finanzas de la empresa, sacándole provecho a los recursos con los que ya se cuenta.

## **1.8 Delimitación del estudio**

Con respecto al personal que participa en esta investigación son aquellos que tienen autoridad para toma de decisiones e implementación de acciones como son Gerente, Subgerente 1 y Subgerente 2 adscritos al departamento de Operaciones y el personal operativo.

En la tabla 1.1 se muestra el total de los equipos y sistemas donde el departamento de mantenimiento tiene responsabilidad en su operatividad, reparación, adquisición de refacciones y en caso de contar, seguimiento a sus programas de mantenimiento preventivo.

Todo equipo, herramienta o sistema que no se encuentre en la lista tiene a otro departamento como responsable de las actividades anteriormente mencionadas.

Las tareas de limpieza general de cada uno de estos equipos (a excepción de los sistemas eléctrico y eléctrico de emergencia) corresponden al personal operativo de cada sucursal.

**Tabla 1.1 Listado de equipos y sistemas con operatividad a responsabilidad de mantenimiento**

SISTEMA	EQUIPO	SISTEMA	EQUIPO
<b>Eléctrico principal</b>	Subestación eléctrica	<b>Producción carnicería</b>	Sierras
	Centros de carga		Molinos
	Contactos normales		Rebanadoras
<b>Eléctrico emergencia</b>	Planta de emergencia	<b>Iluminación interior</b>	Iluminación piso de venta
	Interruptor de transferencia		Iluminación almacén
	UPS		Iluminación vitrinas
	Contactos regulados		Iluminación de emergencia
<b>Refrigeración</b>	Rack de compresores	<b>Confort</b>	Minisplits
	Evaporadoras		A/C
	Vitrinas		Cortinas de aire
	Cuartos fríos	<b>Equipos varios</b>	Checkouts
	Máquinas de hielo		Puertas automáticas
<b>Cuarto de bombas</b>	Bombeo CESPT	Basculas de recibo	
	Sistema vs incendios	Compactadoras	
	Osmosis inversa		
	Cisterna		

Fuente: elaboración propia.

Este listado y nivel de responsabilidad se replica en cada una de las sucursales de la empresa, cambiando solamente marcas, modelos o cantidades de los equipos. Por lo que puede considerarse a esta tabla como genérica para la compañía.

Por ello se elaborará un diseño de modelo de gestión que podrá ser aplicado en cualquier punto de venta, con el correcto procedimiento de implementación.

En resumen, las siguientes actividades o puntos están excluidos del proyecto:

- Tareas de mantenimiento en equipos que no estén el listado de la tabla 1.1.

- Resultados en periodos fuera de los limites definidos enero – junio 2021.
- Modificación a los procedimientos administrativos ya definidos que involucran actividades de mantenimiento, la propuesta se hará dependiendo de los resultados.

### **1.9 Limitación del estudio**

La principal consideración que hay que tener para el correcto desarrollo del proyecto, en todas sus fases, es que no se trata de un trabajo individual. Mientras más personas estén involucradas y convencidas mejores serán los beneficios. Se deben de buscar estrategias para atraerlas y mantenerlas motivadas.

Todas las posibles limitantes que se mencionaran a continuación pueden ser eliminadas o mitigadas si se logra el compromiso por parte de los involucrados:

- Aceptación por parte del personal: Tener preparada la respuesta a la pregunta ¿Por qué hacerlo de esa manera, si siempre lo hemos hecho así? El personal técnico tiene una labor fundamental para el diseño de la nueva estrategia y debe de ser el principal embajador del nuevo modelo.
- Correcta elaboración de las herramientas visuales: Tanto de capacitación como de control, con ello se facilitará para los usuarios la comprensión y ejecución de las nuevas actividades. Para esta parte también será importante escuchar los comentarios de los usuarios, se pueden dar ideas para mejorar el proyecto.
- Desarrollo de las nuevas actividades: Aquí interviene directamente el compromiso tanto de los operadores de los equipos como de sus supervisores y niveles más altos de administración, y se deben de trabajar en las fuentes de negatividad, como podrían ser el argumento de falta de tiempo o que lo relacionen con una carga adicional de trabajo.
- Documentar todo trabajo ejecutado. Se debe hacer hincapié en que la vía oficial para reportar necesidades hacia el departamento de mantenimiento será una sola. Con ello se creará un historial necesario para monitorear las mejoras. El personal técnico también tendrá disponibilidad para crear ordenes de trabajo en la misma plataforma.

## **Capítulo II: Fundamento Teórico**

Se revisan los conceptos básicos de mantenimiento para comprender la estrategia actual de la empresa y se presentan las herramientas disponibles para mejorar sus resultados.

## 2.1 Marco Teórico

### 2.1.1 Mantenimiento

Toda herramienta o mecanismo que sea utilizado para sacarle un provecho recibe un desgaste progresivo que va reduciendo las propiedades de sus elementos, velocidad, afinación, resistencia, etc. que afecta su nivel de productividad y que además puede llevarlo a un punto de no operación de manera repentina. Es por ello que desde que existen los procesos de producción y que las maquinas se han vuelto cada vez más complejas se ha requerido de personal con conocimientos técnicos para mantener por la mayor cantidad de tiempo posible la operación de los equipos:

*“Cualquier máquina o equipo sufre una serie de degradaciones a lo largo de su vida útil. Si no se evitan o eliminan, el objetivo para el que se crearon no se alcanza plenamente, el rendimiento disminuye y su vida útil se reduce. Esto implica la necesidad de personal, no sólo para manejarla, sino también se necesitará personal para repararla y conservarla” (Torres, 2010).*

Sena (2019) define a la responsabilidad del recurso humano dedicado al mantenimiento de la siguiente manera: “conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados”.

Los primeros indicios de un mantenimiento industrial formalizado se encuentran con el inicio de la revolución industrial (1760-1840), donde la economía migra de basarse en la agricultura y comercio a una industrializada y mecanizada. En sus inicios las actividades de mantenimiento consistían en llevar a cabo reparaciones, cuando se presentara una falla parcial o completa del mecanismo utilizado, lo que ahora conocemos como enfoque correctivo (Abella, 2004).

Esta estrategia se mantuvo por décadas, hasta que gracias a los avances en el estudio de los procesos administrativos y sobre todo al aumento de demanda de producción de equipo bélico para la segunda guerra mundial (1939-1945), las empresas buscaran la manera de anticiparse a las fallas y prolongar el tiempo disponible de los equipos de

producción. Esto fue posible gracias a la creación de una nueva estrategia denominada mantenimiento preventivo. Donde se asignan temporalidades y/o horas de utilización para la aplicación de tareas como ajustes, limpieza y reemplazo de refacciones (Fernandez E. , 2018).

En paralelo con la evolución de la industria, han sido desarrollados también distintos enfoques de mantenimiento apoyándose en herramientas de calidad, estadística y tecnológicas. Los más significativos son el mantenimiento centrado en confiabilidad (*RCM*), mantenimiento predictivo y el mantenimiento productivo total, *TPM* por sus siglas en ingles.

El departamento de mantenimiento tiene actividades cruciales para el negocio, muchas veces menospreciadas, y consideradas como un gasto constante.

Estas ideas están lejos de la realidad, pues las empresas sin mantenimiento no sobrevivirían más allá de unas horas.

A continuación, se presentan algunas definiciones del concepto de mantención:

“Todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida” (Fernandez E. , 2018).

La finalidad del mantenimiento entonces es “conseguir el máximo nivel de efectividad en el funcionamiento del sistema productivo y de servicios con la menor contaminación del medio ambiente y mayor seguridad para el personal al menor costo posible” (Torres, 2010).

Martinez (2007) describe el concepto como: “actividad dirigida a conservar los equipos e instalaciones en condiciones óptimas de funcionamiento, durante un periodo predeterminado y al menor costo”.

Mientras que Sena (1991) lo hace de la siguiente manera: “conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados”.

Desde el punto de vista de quien administra el mantenimiento, el objetivo principal es la conservación del funcionamiento.

La operación del equipamiento genera un desgaste en sus componentes y si este de manera acumulativa alcanza o excede sus rangos de tolerancia llegara a un punto donde no podrán ser utilizados. Por lo que es necesaria la intervención humana que

constituya una organización de mantenimiento, enfocada en monitorear, prevenir y reparar daños y así garantizar que la función que el equipo realiza dentro del proceso se cumpla y mantenga su nivel de calidad óptimo.

*El objetivo fundamental de mantenimiento no es reparar urgentemente las averías que surjan. El departamento de mantenimiento de una industrial tiene cuatro objetivos que deben marcar y dirigir su trabajo:*

- *Cumplir un valor determinado de disponibilidad.*
- *Cumplir un valor determinado de fiabilidad.*
- *Asegurar una larga vida útil de la instalación en su conjunto, al menos acorde con el plazo de amortización de la planta.*
- *Conseguir todo ello ajustándose a un presupuesto dado, normalmente el presupuesto óptimo de mantenimiento para esa instalación” (García, 2012).*

Se presentan entonces los parámetros con los que se puede medir la calidad con la que Mantenimiento desarrolla sus actividades:

**Fiabilidad:** probabilidad de que las instalaciones, máquinas o equipos, se desempeñen satisfactoriamente sin fallar, durante un período determinado, bajo condiciones específicas.

**Disponibilidad:** proporción de tiempo durante la cual un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.

**Mantenibilidad:** probabilidad de que una máquina, equipo o un sistema pueda ser reparado a una condición especificada en un período de tiempo dado, en tanto su mantenimiento sea realizado de acuerdo con ciertas metodologías y recursos determinados con anterioridad.

**Seguridad:** está referida al personal, instalaciones, equipos, sistemas y máquinas, no puede ni debe dejarse de lado, con miras a dar cumplimiento a demandas pactadas.

**Tiempo de entrega:** el cumplimiento de los plazos previstos son variables que tienen también su importancia, en el mantenimiento, el tiempo es un factor preeminente.

### **2.1.2 Estrategias de mantenimiento**

En todas las definiciones de mantenimiento anteriormente mencionadas se pretende eliminar o por lo menos reducir la cantidad de averías en los equipos, Torres (2010) describe a las fallas de la siguiente manera “El deterioro o desperfecto en las instalaciones, máquinas o equipos que no permite su normal funcionamiento”. Por lo tanto, la aparición de ellas evitara que los equipos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados.

Esta necesidad ha llevado a los responsables de mantenimiento a generar nuevas formas de alcanzar sus metas y estas se han ido perfeccionando a lo largo de los años. A continuación, se presenta una tabla donde se muestran de manera cronológica los eventos más importantes respecto al estado del arte del concepto mantenimiento:

**Tabla 2.1 Acontecimientos importantes en la historia de mantenimiento**

1780	Mantenimiento Correctivo (CM). Inicio de la Revolución Industrial. Se realizan los bienes por hombres, por lo que los productos son escasos y caros.
1798	Mejora del CM. Uso de partes intercambiables en las máquinas para que, en caso de piezas rotas, no necesitarse que se haga una a medida. Producción en masa.
1910	Formación de cuadrillas de mantenimiento correctivo.
1914	Mantenimiento preventivo (MP). La Industria de guerra necesitaba trabajar de forma continua con demanda urgente de productos. Otro punto importante fue la necesidad de que las máquinas de guerra más importantes no fallasen.
1916	Inicio del Proceso Administrativo creado por Henry Fayol. Un modelo integrado de cinco elementos: previsión, organización, dirección, coordinación y control.
1927	Uso de la estadística en producción a fin de controlar el trabajo.
1931	Control Económico de la Calidad del producto Manufacturado.
1937	Conocimiento del Principio de W. Pareto donde permitía ver y establecer prioridades.
1939	Se controlan los trabajos de Mantenimiento Preventivo con estadística. Debido a la Segunda Guerra Mundial, se necesitaban las industrias del acero las 24 horas.
1946	Se mejora el Control Estadístico de Calidad (SQC) porque se veía que el MP no daba buenos resultados.
1950	En Japón se establece el Control Estadístico de Calidad.
1950	En Estados Unidos de América se desarrolla el Mantenimiento Productivo (PM).
1951	Se da a conocer el "Análisis de Weibull", una técnica para estimar una probabilidad basada en datos medidos o supuestos para solucionar problemas de mantenimiento.
1960	Se desarrolla el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). Surge en la industria aérea.
1961	Se inicia el Poka-Yoke (a prueba de errores). Este sistema entra en juego cuando esta la seguridad humana.
1962	Se desarrollan los Círculos de Calidad (QC) basados en el MP.
1965	Se desarrolla el análisis Causa- Raíz (RCA).
1968	Se presenta el libro "Mantenimiento centrado en la Confiabilidad" conocida como el RCM mejorado.
1970	Difusión del uso de la computadora para la administración de Activos (CMMS).
1971	Se desarrolla el Mantenimiento Productivo Total (TPM).
1978	Se presenta la Guía MSG-3 para mejorar el mantenimiento en naves aéreas.
1980	Se desarrolla la Optimización del Mantenimiento Planificado (PMO). Se aplica el RCM-2 en toda clase de industrias.
1995	Se desarrolla el proceso de los 5 <i>Pilars of the Visual Workplace</i> (5S's).
2005	Se estudia la filosofía de la Conservación Industrial (IC).

Fuente: Fernández, 2018.

En la actualidad existen tres tipos de mantenimiento: correctivo, preventivo y predictivo, los cuales serán descritos a detalle más adelante. El resto de los eventos que se

mencionan en la tabla anterior utilizan estos tipos de mantenimiento y los refuerzan con herramientas de administración.

Con el paso del tiempo los responsables del mantenimiento de las empresas han identificado los beneficios de realizar en tiempo óptimo una tarea preventiva, por otra parte, también es posible justificar por costos el enfoque de operar solamente utilizando el mantenimiento correctivo o utilizar las herramientas disponibles. Estas decisiones dependen de múltiples factores y son denominadas estrategias de mantenimiento.

Aun cuando está comprobado que la aplicación del mantenimiento preventivo/predictivo genera grandes beneficios en comparación con la estrategia de mantenimiento correctivo, tales como reducción de costos, incremento de disponibilidad, prolongación de vida útil de los equipos, etc. es común en las empresas que utilicen el método no programado. Esto puede ser debido a que requiere de menor atención y seguimiento por parte de los responsables de mantenimiento, bajo presupuesto, escasez de recurso humano o por desconocimiento de las distintas estrategias.

La selección de una estrategia de mantenimiento para ser aplicada en nuestros equipos o instalaciones dependerá de un estudio que deberá hacerse previamente para conocer pros y contras que pudiera dar cada uno de ellos, así como de los recursos con los que se cuenta.

“¿Qué estrategia de mantenimiento se debe seguir?

De acuerdo a Martínez (2007):

*“No existen fórmulas preconcebidas para establecer cuál es la estrategia que se debe elegir. Cualquiera de las anteriores, por sí sola, no satisface completamente los objetivos fundamentales del mantenimiento. Lo más aconsejable es combinarlas, de forma tal que se ajusten principalmente a las características de los equipos e instalaciones que se quiere mantener, de su importancia o nivel de criticidad dentro del proceso productivo, de su complejidad, de los costos y de la organización de mantenimiento”.*

Esto significa adaptando la estrategia por equipo de acuerdo a sus necesidades y tipo de uso, la tabla 2.2 muestra un resumen del criterio para lograrlo:

**Tabla 2.2: Criterio para la definición de estrategia de manteniendo por equipo**

<b>MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>	<b>MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>
Las partes y repuestos de los equipos son de bajo costo y se puede mantener un stock en almacén.	La parada de los equipos produce serias y costosas afectaciones a la producción.
La disponibilidad del equipo no se ve afectada sensiblemente.	La confiabilidad de los equipos disminuye sensiblemente.
La parada del equipo no produce pérdidas de producción.	Las piezas de repuesto no son demasiado costosas.
El mantenimiento es relativamente fácil de ejecutar.	El tiempo requerido para sustituir piezas es breve o medianamente largo y la operación se puede realizar durante las paradas del equipo

Fuente: elaboración propia apoyado en información de Martínez, 2007.

### **2.1.3 Mantenimiento correctivo/operar hasta la falla**

En esta estrategia de mantenimiento el enfoque es reparar o corregir la falla cuando se limita la operación de uno de los componentes o del equipo por completo. En otras palabras, es el equipo quien determina las paradas. De acuerdo a Sena (1991) “su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible”. Sena también propone el siguiente proceso cuando existe la necesidad de aplicar mantenimiento preventivo:

- *Identificar el problema y sus causas.*
- *Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.*
- *Evaluar las ventajas de cada alternativa y escoger la óptima.*
- *Planear la reparación de acuerdo con personal y equipo disponibles.*
- *Supervisar las actividades por desarrollar.*
- *Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personal y repuesta de la labor realizada, así como las diferentes observaciones al respecto”.*

Respecto a las responsabilidades en esta estrategia de mantenimiento el personal encargado de avisar de las averías es el usuario de las máquinas y equipos, y el encargado de realizar las reparaciones es el personal de mantenimiento.

El principal inconveniente con que nos encontramos en este tipo de mantenimiento, es que el usuario detecta la avería en el momento que necesita el equipo, ya sea al ponerlo en marcha o bien durante su utilización.

De acuerdo a Torres (2010) el mantenimiento correctivo tiene las siguientes características:

- 1) *Está basada en la intervención rápida, después de ocurrida la avería.*
- 2) *Conlleva discontinuidad en los flujos de producción y logísticos.*
- 3) *Tiene una gran incidencia en los costos de mantenimiento por producción no efectuada.*
- 4) *Tiene un bajo nivel de organización.*
- 5) *Se denomina también mantenimiento accidental.*

Se dice que “mantenimiento correctivo es la intervención necesaria para poder solucionar un defecto, o una falla ya ocurrida, en este caso las instalaciones, máquinas o equipos operan con deficiencia o directamente no funcionan” (Torres, 2010).

En resumen, consiste en aplicar las tareas de mantenimiento preventivo solamente hasta que el equipo ha llegado a una situación de paro debido a falla. Se puede aprovechar esta inactividad para desarrollar actividades de limpieza, lubricación, ajustes, etc.

#### **2.1.4 Mantenimiento preventivo**

Por otro lado, la segunda estrategia de mantenimiento disponible tiene como enfoque prevenir el paro total de los equipos a través de tareas programadas, como menciona Torres (2010):

*“el mantenimiento preventivo es la ejecución planificada de un sistema de inspecciones periódicas, cíclicas y programadas y de un servicio de trabajos de mantenimiento previsto como necesario, para aplicar a todas las instalaciones, máquinas o equipos, con el fin de disminuir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua.*

*Es decir, el mantenimiento preventivo, se efectúa con la intención de reducir al mínimo la probabilidad de falla, o evitar la degradación de las instalaciones, sistemas, máquinas y equipos.*

*Es la intervención de mantenimiento prevista, preparada y programada antes de la fecha probable de aparición de una falla.*

*En definitiva, se trata de dotar a la organización, de un sistema que le permita detectar y corregir el origen de las posibles fallas técnicas y no reparar las consecuencias de las mismas, una vez que éstas se han producido”.*

Fernández (2018) la define de la siguiente manera: “mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno”. Con la principal característica de que se aplica aun cuando el equipo no presente síntomas de tener una falla. Por ello las empresas orientadas a la producción tienen grandes beneficios y debe de considerarse su aplicación en equipos críticos, como sugiere Martínez (2007): “Para lograr mejores dividendos, la tendencia debe ser hacia un incremento del mantenimiento preventivo, con consiguiente disminución del mantenimiento correctivo no planificado”.

El mantenimiento preventivo puede clasificarse de dos maneras de acuerdo al tipo de actividades a desarrollar, como es mantenimiento preventivo directo y mantenimiento preventivo indirecto. Martínez (2007) define al tipo directo como “todas aquellas actividades dirigidas a prevenir la ocurrencia de fallas en los equipos, tales como: limpieza y pintura, lubricación, ajustes, calibraciones, nivelación, sustitución programada de piezas, inspecciones o reparaciones” es decir tareas que obtienen un cambio físico directo en el equipo y que lo acercan a su estado óptimo.

Por otra parte, el de tipo indirecto está orientado a observar condiciones y parámetros en los equipos para conocer su estado actual y compararlos con los recomendados o ideales, Martínez (2007) lo describe como: “todas las acciones dirigidas a verificar en forma continua o periódica el estado del equipo para detectar anomalías en fase temprana. A través de la medición de parámetros característicos del equipo y la

interpretación de los valores obtenidos”. Estos parámetros dependen de la composición del equipo y algunos ejemplos son temperatura, presión, vibraciones, niveles, voltaje, entre otros.

Para reforzar a la definición de la estrategia de mantenimiento de tipo preventivo Park (1998) menciona “la mantención no correctiva se aplica prioritariamente a los componentes críticos de la producción. Luego de seleccionados los equipos para los cuales se realizará, es necesario descomponerlos en subcomponentes que sean mantenibles”.

Como factor clave de esta metodología se tiene a la planeación, requiere definir periodicidades y tareas en un programa establecido: “Las tareas a realizar deben ser descritas claramente en procedimientos y su registro deber ser llevado en reportes” (Park, 1998), formando parte de los sistemas de gestión de calidad en la sección de infraestructura.

### **2.1.5 TPM**

El Modelo de gestión de mantenimiento propuesto estará basado en la filosofía TPM, originalmente creado en Japón en 1971 por el JIPM (*Japan Institute of Plan Maintenance*), pero se harán adaptaciones dado que este sistema está pensado para empresas de producción. Aun así, su crecimiento y excelentes resultados en otras empresas validan su utilización.

Se adapta perfectamente a las necesidades actuales de Calimax, donde operaciones tiene responsabilidades diferentes a las de Mantenimiento en lo que a los equipos se refiere, la propuesta de la utilización de esta filosofía como solución a esta problemática se puede respaldar con la siguiente afirmación de García (2012):

*“el mantenimiento ha sido visto tradicionalmente con una parte separada y externa al proceso productivo. TPM emergió como una necesidad de integrar el departamento de mantenimiento y el de operación o producción para mejorar la productividad y la disponibilidad. En una empresa en la que TPM se ha implantado toda la organización trabaja en el mantenimiento y en la mejora de los equipos”.*

La efectividad de la filosofía *TPM* está comprobada en miles de empresas alrededor del mundo, Park (1998) indica: “el Mantenimiento Productivo Total (*TPM*) se puede definir como un programa para mejorar la efectividad global de los equipos, con participación activa de los operadores. El concepto total considera la efectividad económica total con la participación de todo el personal”.

Torres (2010) expone sus beneficios:

*“El TPM es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas, que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos. El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales”.*

García (2012) define al objetivo de *TPM* como: “eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas”.

Por lo tanto, el objetivo del *TPM* es maximizar la efectividad total de los sistemas productivos por medio de la eliminación de sus pérdidas llevadas a cabo con la participación de todos los empleados.

La filosofía está basada en una serie de procesos que denomina pilares. Cada uno con un enfoque diferente, Fernández (2018) los resume de la siguiente manera:

*Pilar 1: Mejora enfocada o Método Kaizen.*

*Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo con el objetivo de maximizar la efectividad de los equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos y*

*centran su atención en la eliminación de las pérdidas existentes en las plantas industriales.*

*Pilar 2: Mantenimiento autónomo o Jisho Hozen.*

*Una de las actividades del sistema TPM, y la más importante, es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipo a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.*

*Pilar 3: Mantenimiento programado.*

*Mantenimiento planeado consiste en lograr mantener el equipo y el proceso en estado óptimo por medio de actividades sistemáticas y metódicas para construir y mejorar continuamente a fin de evitar paradas innecesarias.*

*El TPM tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad controlando las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen impacto directo en la calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo, pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final.*

*Pilar 4: Prevención del mantenimiento.*

*Este pilar se centra en las actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías.*

*Pilar 5: Mantenimiento de áreas soporte. Su objetivo es lograr que las mejoras lleguen a la gerencia de los departamentos administrativos y actividades de soporte y que no solo sean actividades en la planta de producción. Estas mejoras buscan un fortalecimiento de estas áreas, al lograr un equilibrio entre las actividades primarias de la cadena de valor y las actividades de soporte.*

*Pilar 6: Polivalencia y desarrollo de actividades.*

*Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo con las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo.*

*Pilar 7: Seguridad y entorno.*

*Se busca lograr el objetivo de “cero accidentes” y “cero contaminaciones”. Para se crean ambientes seguros, higiénicos y medio ambientales buenos, aparte de ser motivadores.*

Los siguientes puntos se rescatarán de la teoría de la filosofía TPM para ser adaptados en el modelo de gestión de mantenimiento propuesto para Calimax, mencionados por Torres (2010):

- “- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.*
- Participación amplia de todas las personas de la organización.*
- Orientado a la mejora de la efectividad global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.*
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción, y en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.*
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos”.*

### 2.1.6 Mantenimiento autónomo

Esta es una estrategia disponible más, pero será el pilar más aprovechado de *TPM* para aplicar en el nuevo modelo de gestión por lo que se hará énfasis en su comprensión.

El principal objetivo de operaciones es ofrecer sus servicios y productos con la mejor calidad y con la mejor utilidad posible. Para apoyar esta meta su nueva función será detectar y tratar con prontitud las anomalías del equipo.

Suzuki (1971) define así al mantenimiento autónomo: “cualquier actividad realizada por el departamento de producción relacionada con una función de mantenimiento y que pretenda mantener la planta operando eficiente y establemente con el fin de satisfacer los planes de producción”.

La interacción directa de los usuarios con las tareas de mantenimiento de los equipos es de gran provecho, Torres (2010) indica: “la idea del mantenimiento autónomo es que cada operario sepa diagnosticar y prevenir las fallas eventuales de su equipo y de este modo prolongar la vida útil del mismo”, no debe confundirse con la delegación de la responsabilidad por completo hacia el usuario, sino como la creación de una sinergia usuario-mantenimiento con el objetivo en común de alcanzar el máximo grado de efectividad. Ambos aportan con propiedades únicas, mantenimiento con su conocimiento técnico y el usuario con su mayor disponibilidad, Torres (2010) habla de este beneficio: “él usuario pasa mayor tiempo con el equipo que cualquier técnico de mantenimiento, él podrá reconocer primero cualquier varianza en el proceso habitual de su equipo”. En resumen, los operadores aportarán teniendo responsabilidades directas en la aplicación de tareas de mantenimiento a la vez que desarrollarán capacidades para detectar a tiempo fallas potenciales.

Estas actividades directas solo implican limpiar, revisar y lubricar componentes de los equipos.

De acuerdo a Suzuki (1971) los objetivos de un programa de mantenimiento autónomo son:

- “ • *Evitar el deterioro del equipo a través de una operación correcta y chequeos diarios.*

- *Llevar el equipo a su estado ideal a través de su restauración y una gestión apropiada.*
- *Establecer las condiciones básicas necesarias para tener el equipo bien mantenido permanentemente”.*

### 2.1.7 5S

Otra importante herramienta de *TPM* que podrá ser adaptada en la empresa es la filosofía 5s, basada en generar espacios de trabajo productivos y seguros, como la describe Fernández (2018): “serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia” a través del involucramiento y participación directa de los usuarios: “Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo”.

La filosofía debe su nombre a que los cinco elementos que la componen inician con la letra S en su idioma original (japones). En la tabla 2.2 se da una breve descripción del significado de cada una de estas fases.

**Tabla 2.3: Significado de fases filosofía 5S's**

FASE	SIGNIFICADO	ACCIONES
Seiri	Clasificación u organización	Significa clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza.
Seiton	Orden	Consiste en disponer de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario. Estos lugares deben de disponer de sitios debidamente identificados para ubicar elementos que se emplean con poca frecuencia. Se utiliza la identificación visual, de tal manera que les permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición.
Seiso	Limpieza	Seiso significa limpiar, inspeccionar el entorno para identificar los defectos y eliminarlos, es decir anticiparse para prevenir defectos.
Seiketsu	Estandarización	La fase de Seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas las tres primeras “S”. Estandarizar supone ejecutar un determinado procedimiento de manera donde la organización y el orden sean factores fundamentales. Esta estandarización puede ser, de la forma más simple, un papel, una fotografía o un dibujo.
Shitsuke	Disciplina	Su objetivo es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Su aplicación está ligado al desarrollo de una cultura de autodisciplina para hacer perdurable el proyecto de las 5S”

Fuente: elaboración propia basándose en información de Fernández.

### 2.1.8 Modelo de gestión

Es importante iniciar por definir el concepto de gestión, Álvarez (2017) lo define como “correcta disposición de recursos de una organización con el fin de maximizar su rendimiento, llevando a cabo una serie de actividades. Implica un actuar, una propensión a hacer algo, este trabajo debe ser realizado por alguien”.

Puede decirse entonces que la gestión consiste en lograr un objetivo a través del trabajo de otras personas o recursos, Álvarez (2017) menciona cuatro principios para lograrlo: “gestionar objetivos, motivar a las personas, coordinar las actividades y toma de decisiones”.

Porto (2020) define al concepto modelo de gestión de la siguiente manera: “esquema o marco de referencia para la administración de una entidad”. Es decir, la presentación de una manera de llevar a cabo una actividad de la manera más efectiva, resultado de un análisis a los procesos, con la finalidad de aplicarla en todos los procesos implicados.

Rodríguez (2012) habla de cuatro practicas principales para integrar un buen modelo de gestión:

- *Estrategia: Es clave que la empresa se mantenga concentrada en sus estrategias de negocio y que busque un modo de propiciar un constante crecimiento del negocio central.*
- *Ejecución: Cumplir con los objetivos establecidos y, si es posible excederlos. Con el fin de que sus operaciones sean ejecutadas con excelencia.*
- *Cultura: Hay que crear una cultura que este ampliamente inspirada en el desempeño. Las compañías y organizaciones exitosas poseen una cultura que favorece el buen desempeño sobre cualquier otra opción y tienen el coraje de enfrentarse a quienes no se desempeñan con excelencia.*

- *Estructura: Hay que propiciar una estructura horizontal que le permita ser rápido y flexible. Las compañías y organizaciones exitosas son rápidas porque asumen con rapidez los cambios necesarios para reducir la burocracia y simplificar el trabajo y establecen objetivos en marcha: para volverse más rápidas y sencillas en todo lo que hacen.*

### **2.1.9 Costos de mantenimiento**

El objetivo principal de mantenimiento es el correcto funcionamiento de los equipos cuando son necesarios, pero no puede alcanzarse a cualquier precio. La meta es encontrar el presupuesto ideal para mantener el equipo en condiciones óptimas afectando lo menos posible las finanzas de la empresa. Fernández (2018) habla de la importancia de encontrar este balance:

*“el presupuesto ha de ser calculado con sumo cuidado, ya que un presupuesto inferior a lo que la instalación requiere empeora irremediablemente los resultados de producción y hace disminuir la vida útil de la instalación; por otro lado, un presupuesto superior a lo que la instalación requiere empeora los resultados de la cuenta de explotación”.*

Como indica Dounce (2014) la efectividad en la operación de un equipo está directamente ligada a los recursos económicos y de mano de obra que se le apliquen para su preservación: “la calidad del servicio que debe proporcionarnos un recurso (equipo, instalación o construcción) está ligada fundamentalmente al costo-beneficio que se obtiene mediante las labores o cuidados que se le suministren al recurso en cuestión”, pero existe una frontera de gasto para cada equipo a partir de la cual se afecta su rentabilidad: “mientras mayor sea el número y calidad de dichas labores, el funcionamiento del recurso es mejor, hasta llegar a cierto límite” (Dounce, 2014).

Dos factores clave que hay que conocer para definir este punto de cada equipo son: “los costos de conservación y los costos de tiempo muerto” (Dounce, 2014).

Los costos de conservación son aquellos que se generan por la adquisición de materiales, refacciones e insumos y por la mano de obra que se destinan al cuidado de los equipos con la finalidad de mantenerlos disponibles y efectivos.

Los costos de tiempo muerto son las afectaciones económicas que se generan en los procesos al no contar con los recursos de infraestructura, ya sea por dejar de producir, pérdida de venta, daño a imagen de la compañía, entre otros.

## **2.2 Marco referencial**

### **2.2.1 Implementación de la filosofía *TPM (Total Productive Maintenance)* en una empresa local**

El caso de estudio “Implementación de la filosofía *TPM (Total Productive Maintenance)* en una empresa local” (Fernandez M. , 2014) es el documentado en la empresa constructora de ladrillos Martin S.A ubicada en la ciudad de Buenos Aires, Argentina, donde se requería mejorar la disponibilidad de la maquinaria ya que se destinaba un 30% de las horas totales a paradas no programadas, impactando en costos finales de operación. Además, se busca alcanzar un cambio cultural en todo el personal y fomentar la relación entre las distintas áreas.

Se implementa la filosofía *TPM* basándose en los 12 pasos recomendados por *C&K consultancy corporation* en la máquina que es considerada cuello de botella para el proceso la cual recibe el nombre de extrusora/cortadora. Se definen como indicadores principales al *OEE* (efectividad global de los equipos) que considera los factores de tiempo de parada, velocidad y calidad del producto final, los que son medidos para

evaluar que tan cercano se encuentra el proceso a la “producción perfecta” que sería traducida como 100% de calificación en *OEE*. Además, se evalúa el impacto económico derivado de la no producción del equipo.

Después de un periodo de implementación de 6 meses se obtuvo una mejora de 7.42% en la calificación de *OEE*, lo que involucra un ahorro sustancial por aumento de disponibilidad. A la vez se encontró un aumento en el gasto en mantenimiento que se puede justificar por las inversiones necesarias por poner el equipo a punto.

### **2.2.2 Diseño e implementación de un sistema de gestión de *TPM* para reducir costos operativos en la línea de producción de plataformas de la empresa de fabricaciones mecánicas Carranza**

Como segundo caso de estudio se tiene al documento “Diseño e implementación de un sistema de gestión de *TPM* para reducir costos operativos en la línea de producción de plataformas de la empresa de fabricaciones mecánicas Carranza” (Julca, 2018), como propuesta de solución frente a la situación problemática que se presentaba en su empresa. No se contaba con programas de mantenimiento, basando su estrategia en operar hasta la falla, dando como resultado un 91.4% de disponibilidad de sus equipos y 384 paros por falla para el año 2017, impactando significativamente los costos operativos de producción.

Como propuesta de solución diseñan e implementan un plan de mantenimiento basado en los pilares de *TPM* haciendo énfasis en la organización del mantenimiento preventivo, generación de procedimientos y capacitación al personal. Esto se aplicó en los equipos que más aportan a los procesos productivos.

Como resultado se obtuvo un incremento en la disponibilidad de los equipos de 91.40% a 92.12% y se redujo en un 10% la cantidad de paros por falla en equipos.

### **2.2.3 Implementación de *TPM* en almacén automático**

Como tercer caso de estudio se presenta el trabajo de Tesis que lleva por nombre “Implantación de *TPM* en almacén automático” (Asensio, 2012), el cual parte de la necesidad de la empresa de mejorar sus indicadores de mantenimiento *MTBF*, *MTTR* y cantidad de problemas técnicos, así como mejorar la calificación en el indicador general

*OEE*. El enfoque del proyecto es contribuir en la constante mejora de los procesos internos.

La estrategia para alcanzar estas metas es el aprovechamiento de herramientas que consideran a la filosofía *TPM* como son: mantenimiento autónomo, mantenimiento preventivo, grupos enfocados, capacitación, 5s e instrumentos de control y administración visual. Adaptándolas en el equipo que consideran con más impacto en los procesos de almacén y evaluando los efectos después de un mes de implementación en comparación con el histórico.

Como resultados se obtuvieron considerables mejoras en los indicadores de mantenimiento: *MTBF* de 0.5 a 0.2, *MTTR* de 4.1 a 1.8, cantidad de paradas de 2000 a 1,156 y el *OEE* presento valores superiores a 90%.

## **Capítulo III: Metodología**

Se expone cuál es la estructura de la que se compone el nuevo modelo de gestión de mantenimiento en Calimax, qué método y herramientas se utilizaron para medir los resultados y en qué sección de la empresa se aplicó para ser utilizada como prototipo.

### 3.1 Diseño de la investigación

Dado que los indicadores utilizados para evaluar los resultados de mantenimiento son numéricos como son cantidad de reportes, impacto económico, así como calificaciones de satisfacción del cliente interno y cumplimiento de auditoría interna se define el enfoque como tipo cuantitativo.

El alcance de la investigación es de tipo correlacional, al tener como propósito medir la relación existente entre la gestión del mantenimiento y sus resultados. Para identificarlo se comparan los indicadores de dos periodos de tiempo, donde en uno se mantiene la operación sin cambios y en el segundo se implementa el modelo propuesto.

El diseño es considerado de campo ya que la información se extrae directamente del fenómeno estudiado como es la gestión de mantenimiento.

A continuación, se describe como se comprenden las etapas de investigación:

Etapa 1: Diseño de programa de mantenimiento:

Crear un programa de mantenimiento que incremente la participación de los usuarios, tanto directamente, con tareas básicas de revisión y limpieza (mantenimiento autónomo), como apoyando en la supervisión al momento de la ejecución de las tareas que desarrolla personal técnico.

Se realizará un estudio al programa de cada equipo y se creará matriz de mantenimiento en la que quedarán definidas tareas y periodicidades para asegurar su estandarización.

Etapa 2: Diseño de instrumentos de apoyo:

Crear instrumentos de control y de administración visual para cada equipo, que incluyen *checklist*, hojas de instrucción y señalizaciones en los equipos o áreas de trabajo para asegurar la correcta aplicación de los programas de mantenimiento.

Etapa 3: Diseño de material para capacitación:

Crear una presentación para los usuarios sobre el nuevo programa de mantenimiento, en donde se describa como efectuar cada una de las nuevas actividades haciendo énfasis en la importancia de la preservación, el cuidado de maquinaria y el impacto que tendrá en los resultados colectivos.

Deben ser presentados los instrumentos de apoyo para asegurar su entendimiento.

Etapa 4: Diseño de instrumento para medir nivel de satisfacción del cliente interno

Crear una encuesta para valorar el nivel de satisfacción del cliente interno (operaciones) en la cual debe de calificar el servicio que ha recibido por parte de mantenimiento.

Los factores a evaluar son los siguientes:

Exactitud: La manera en que los sistemas y equipos operan. La efectividad con la que se mantienen.

Disponibilidad: La velocidad en la que sus solicitudes son atendidas.

Alianza: El trato que reciben por personal técnico y administrativo. El sentir que mantenimiento esta de su parte.

Asesoría: Los consejos y recomendaciones que se reciben para el cuidado de los equipos y sistemas.

Etapa 5: Aplicación de capacitación:

Impartir sesiones de capacitación teórico-practico a personal operativo utilizando el material diseñado en la etapa 3 para la última semana de marzo 2021. Se aprovecha para presentar a asistentes prácticas inseguras que han sido detectadas en la operación de equipos en otras sucursales.

Etapa 6: Implementación de nuevo modelo de gestión:

Iniciar actividades de todos los involucrados del nuevo modelo de gestión de mantenimiento de manera oficial para abril 2021.

Etapa 7: Seguimiento a resultados de reportes y costos:

Para evaluar la efectividad del nuevo modelo de gestión se reúne la información referente a las variables reportes y costos de mantenimiento en el periodo enero-marzo utilizando los procedimientos originales de mantenimiento. Posteriormente se aplica la metodología propuesta para el periodo abril – junio 2021, en donde se capacitó a los usuarios para tener una mayor responsabilidad en lo respectivo a la conservación y cuidado de la maquinaria, registrando los eventos que impidan o limiten su operación.

Etapa 8: Seguimiento a resultados de nivel de satisfacción del cliente interno y auditoría interna:

Se aplica la encuesta diseñada en la etapa 4 en la última semana del mes de marzo, posteriormente en la última semana del mes de junio 2021.

Etapas 9: Análisis de resultados:

Compilar información de resultados obtenidos en los periodos de tiempo enero-marzo 2021 y abril-junio 2021 referente a cantidad de reportes, costos, nivel de satisfacción del cliente interno y auditoría interna para identificar el impacto que tiene la implementación del modelo y generar conclusiones para julio 2021.

### **3.2 Sujeto de estudio**

Para la presente investigación se establece como sujeto de estudio al personal interno que está involucrado con los equipos y sistemas electromecánicos con operatividad a responsabilidad del departamento de mantenimiento instalados en la sucursal Calimax Florido de la empresa Calimax.

### **3.3 Universo o población**

Se considera como universo de estudio a los 16 colaboradores que operan directa o indirectamente los equipos e infraestructura necesaria para operar el supermercado Calimax Florido. En la tabla 3.1 se presenta mayor detalle de estos trabajadores.

**Tabla 3.1: Detalle de colaboradores que conforman el universo**

Puesto	Departamento	Equipo que utiliza principalmente
Gerente	Operaciones	Todos
Subgerente 1	Operaciones	Todos
Subgerente 2	Operaciones	Todos
Jefe de Seguridad	Prevencion	Sistema eléctrico emergencia
Guardia 1	Prevencion	Sistema eléctrico emergencia
Guardia 2	Prevencion	Sistema eléctrico emergencia
Jefe de Carnicería	Operaciones	Producción carnicería/refrigeración
Auxiliar Carnicería 1	Operaciones	Producción carnicería/refrigeración
Auxiliar Carnicería 2	Operaciones	Producción carnicería/refrigeración
Auxiliar Carnicería 3	Operaciones	Producción carnicería/refrigeración
Jefe de Panadería	Operaciones	Producción panadería
Auxiliar de Panadería 1	Operaciones	Producción panadería
Auxiliar de Panadería 2	Operaciones	Producción panadería
Auxiliar de Panadería 3	Operaciones	Producción panadería
Jefe de Piso	Operaciones	Refrigeración
Auxiliar FyV	Operaciones	Refrigeración

Fuente: elaboración propia.

Este personal interactúa con 77 equipos y sistemas electromecánicos, los cuales dependen del área de mantenimiento para permanecer seguros y disponibles para operación.

En la tabla 3.2 se muestran las cantidades de equipos instalados en la sucursal, de acuerdo a su clasificación. Cada uno de ellos cuenta con subsistemas propios y en algunos casos como contactos e iluminación se consideran como un solo equipo/sistema, aunque se compongan de múltiples elementos.

**Tabla 3.2 Cantidades de equipos con operatividad a responsabilidad de mantenimiento en sucursal Calimax Florido**

SISTEMA	EQUIPO	CTD	SISTEMA	EQUIPO	CTD
<b>Eléctrico principal</b>	Subestación eléctrica	1	<b>Producción carnicería</b>	Sierras	1
	Centros de carga	1		Molinos	1
	Contactos normales	1		Rebanadoras	4
<b>Eléctrico emergencia</b>	Planta de emergencia	1	<b>Iluminación interior</b>	Iluminación piso de venta	1
	Interruptor de transferencia	1		Iluminación almacén	1
	UPS	1		Iluminación vitrinas	1
	Contactos regulados	1		Iluminación de emergencia	1
<b>Refrigeración</b>	Rack de compresores	1	<b>Confort</b>	Minisplits	1
	Evaporadoras	1		A/C	4
	Vitrinas	28		Cortinas de aire	3
	Cuartos fríos	5	<b>Equipos varios</b>	Checkouts	8
	Máquinas de hielo	1		Puertas automáticas	2
<b>Cuarto de bombas</b>	Bombeo CESPT	1	Basculas de recibo	1	
	Sistema vs incendios	1	Compactadoras	1	
	Osmosis inversa	1			
	Cisterna	1			

Fuente: elaboración propia

En la primera columna se describe el sistema a analizar, posteriormente en la segunda columna se especifican los equipos que lo componen, por último, en la tercera columna se indican la cantidad de los mismos. Esta composición de tres elementos (sistema, equipo y cantidad) se repite en una segunda parte como la mitad del lado derecho de la tabla y en conjunto compilan al total de equipos ubicados en la sucursal Florido con responsabilidad por parte de mantenimiento.

### 3.3.1 Muestra

Se selecciona como muestra a los líderes operativos de la sucursal: Gerente, subgerente 1 y sugerente 2.

Respecto a la infraestructura se seleccionan los siguientes sistemas: eléctrico de emergencia, refrigeración, cuarto de bombas e iluminación interior, los cuales se componen de 48 equipos que representan el 62% del total.

En la tabla 3.3 se presentan los equipos a los que se les estará considerando para trabajar con nuevo modelo de gestión de mantenimiento.

**Tabla 3.3 Equipos considerados en propuesta de modelo de gestión de mantenimiento.**

SISTEMA	EQUIPO	CTD	SISTEMA	EQUIPO	CTD
Eléctrico emergencia	Planta de emergencia	1	Cuarto de bombas	Bombeo CESPT	1
	Interruptor transferencia	1		Sistema vs incendios	1
	UPS	1		Osmosis inversa	1
	Contactos regulados	1		Cisterna	1
Refrigeración	Rack de compresores	1	Iluminación interior	Iluminación piso de venta	1
	Evaporadoras	1		Iluminación almacén	1
	Vitrinas	28		Iluminación vitrinas	1
	Cuartos fríos	5		Iluminación emergencia	1
	Máquinas de hielo	1			

Fuente: elaboración propia

En la primera columna se describe el sistema a analizar, posteriormente en la segunda columna se especifican los equipos que lo componen, por último, en la tercera columna se indican la cantidad de los mismos. Esta composición de tres elementos (sistema, equipo y cantidad) se repite en una segunda parte como la mitad del lado derecho de la tabla y en conjunto describen a los equipos a los que les será aplicada la metodología.

### 3.3.2 Selección de la muestra

Se selecciona como muestra a los líderes de operaciones de la sucursal debido a que son directamente responsables del reporte de fallas y del estado general de los equipos (en sociedad con mantenimiento). También tienen a su cargo a los colaboradores que hacen uso de la maquinaria para mantener en operación al negocio.

Para seleccionar la muestra de infraestructura se asignó un nivel de criticidad para cada uno de los equipos, de acuerdo al impacto que tiene en la operación utilizando los niveles bajo, medio y alto. Una vez definidos se separan los sistemas de mayor relevancia y se descartan los que en su mayoría tienen equipos con nivel medio o bajo, esto con la intención de enfocar las actividades a los equipos que generen los resultados de mayor impacto.

Por otro lado, se descartó al sistema eléctrico principal, debido a que por la naturaleza de sus elementos es necesario que los operadores sean de un nivel técnico especializado y de no ser así presenta alto riesgo.

En la tabla 3.4 se presenta el resultado del análisis de criticidad que se hizo en cada uno de los equipos a responsabilidad de mantenimiento.

**Tabla 3.4 Análisis de criticidad de los equipos**

SISTEMA	EQUIPO	CRIT.	SISTEMA	EQUIPO	CRIT.
Eléctrico principal	Subestación eléctrica	Alto	Producción carnicería	Sierras	Medio
	Centros de carga	Alto		Molinos	Medio
	Contactos normales	Bajo		Rebanadoras	Medio
Eléctrico emergencia	Planta de emergencia	Alto	Iluminación interior	Iluminación piso de venta	Alto
	Interruptor de transferencia	Alto		Iluminación almacén	Alto
	UPS	Alto		Iluminación vitrinas	Medio
	Contactos regulados	Alto		Iluminación de emergencia	Alto
Refrigeración	Rack de compresores	Alto	Confort	Minisplits	Bajo
	Evaporadoras	Alto		A/C	Bajo
	Vitrinas	Alto		Cortinas de aire	Bajo
	Cuartos fríos	Alto	Equipos varios	Checkouts	Medio
	Máquinas de hielo	Bajo		Puertas automáticas	Medio
Cuarto de bombas	Bombeo CESPT	Alto	Basculas de recibo	Bajo	
	Sistema vs incendios	Alto	Compactadoras	Bajo	
	Osmosis inversa	Alto			
	Cisterna	Medio			

Fuente: elaboración propia.

En la primera columna se describe el sistema a analizar, posteriormente en la segunda columna se especifican los equipos que lo componen, por último, en la tercera columna se refiere el nivel de criticidad asignado de acuerdo al criterio antes mencionado. Esta composición de tres elementos (sistema, equipo y criticidad) se repite en una segunda parte como la mitad del lado derecho de la tabla y en conjunto describen la criticidad de cada uno de los equipos a responsabilidad de mantenimiento en la sucursal Florida.

### 3.4 Método y técnicas de recolección de datos

Para valorar el diseño del modelo de gestión propuesto (variable independiente) se describirán las tareas y actividades a desarrollar y se clasificarán de acuerdo a su utilidad en los cuatro fundamentos de concepto de modelo de gestión: estrategia, ejecución, cultura y estructura, para compararlo con las que se aplican en los procesos actuales. Esto se llevará a cabo antes de iniciar con su implementación.

Para evaluar los resultados de la implementación del modelo de gestión propuesto se consideran tres herramientas que valoran las cuatro variables dependientes, como son recolección de datos, auditoría y encuesta.

En la tabla 3.5 se describe brevemente el tipo de instrumento que se utilizó para cada variable.

**Tabla 3.5: Relación de instrumentos para evaluar variables**

Variable	Instrumento
Modelo de gestión de mantenimiento	Tabla para análisis comparativo entre modelos
Costos de mantenimiento	Tabla para recolección de datos (\$)
Calidad del mantenimiento preventivo	Tabla para recolección de datos (reportes)
Cumplimiento de auditoría	Auditoría interna
Nivel de satisfacción del cliente interno	Encuesta

Fuente: elaboración propia

La tabla se compone de dos columnas, en el lado izquierdo se describen las variables (independiente y dependientes) del proyecto y en el lado derecho la herramienta que se utilizara para medir los resultados en cada una de ellas resultado de la aplicación de la metodología.

Para los meses de enero, febrero y marzo se continuará trabajando con los procedimientos originales de mantenimiento, sin modificación y se medirán los

resultados de las cuatro variables dependientes para el periodo, posteriormente se evalúan las mismas variables para el periodo abril-junio.

A continuación, se detallan los métodos para lograrlo:

### **Costos de mantenimiento**

Es necesario conocer cuál es el costo de desarrollar las actividades que permiten la operación continua de los equipos, además del impacto económico que genera en los productos perecederos la posible falla del sistema. Para ello se registró el costo de cada uno de los eventos que impliquen un pago por parte de la empresa en los conceptos de mano de obra y refacciones, así como el costo de los productos que pierdan la capacidad de venta por calidad.

Esta información fue recabada del sistema administrativo de la compañía, la cual entrega resultados de manera mensual, por lo que los montos de cada categoría se sumaran para corresponder a los periodos enero-marzo (antes de implementación) y abril-junio (después de implementación) respectivamente.

El instrumento para recolección de datos facilitó la comparación ente ambos periodos y la evaluación de los resultados.

### **Calidad del mantenimiento preventivo**

Se desea identificar en qué proporción los planes de mantenimiento preventivo son llevados a cabo y que tan efectivos son. Para ello se individualizan cada uno de los trabajos de mantenimiento programado y se califican como trabajos pendientes o ejecutados, según sea el caso, así se identifica si los planes fueron completados en su totalidad o de forma parcial. Por otra parte, para evaluar su efectividad se comparan la cantidad de trabajos programados ejecutados contra los trabajos de tipo correctivo que fueron necesarios.

La información de los reportes fue descargada del software de administración mantenimiento que se utiliza en la empresa, de manera trimestral para corresponder a los periodos enero-marzo (antes de implementación) y abril-junio (después de implementación) respectivamente.

El instrumento para recolección de datos facilito la comparación ente ambos periodos y la evaluación de los resultados.

### **Cumplimiento de auditoría interna**

Para conocer en “tiempo real” el estado de los equipos se diseñó un instrumento para evaluar de manera directa sus condiciones generales, funcionalidad y limpieza. Con ello se pudo identificar si los planes de mantenimiento se están aplicando de manera correcta o si será necesario hacer ajustes en su diseño.

Se definen entonces una serie de puntos a revisar de manera visual, a los que se les denomina auditoría interna. La mayoría de estos puntos ya son evaluados como parte del proceso interno denominado auditoria integral por parte del departamento de auditoria. Pero le fueron agregados la revisión de otros factores considerados importantes para la evaluación del modelo de gestión propuesto y descartados todos aquellos en los que el área de mantenimiento no tiene responsabilidad.

Después de la revisión de cada punto se marca con un 1 si cumple con las especificaciones o un 0 si no lo hace, y al final se hace una ponderación para conocer el estado general. El método de clasificación se mantiene del utilizado en el proceso integral siendo: óptimo (95-100%), bueno (90-94%), regular (80-89%), malo (70-79%) y pésimo (0-69%).

La auditoría será aplicada los últimos días del mes de marzo para evaluar los resultados del primer trimestre y a finales de junio para evaluar el segundo.

### **Nivel de satisfacción del cliente interno**

Otra forma de evaluar los resultados de mantenimiento es midiendo el nivel de satisfacción del cliente interno, solicitando su ayuda para describir de acuerdo a su experiencia en que proporción se cumplen sus expectativas de servicio, evaluando los factores de exactitud, disponibilidad, alianza y asesoría.

Para lograrlo se diseña una encuesta con preguntas enfocadas a calificar estos factores, la cual será aplicada a Gerentes y Subgerentes de la sucursal.

La encuesta fue aplicada los últimos días del mes de marzo 2021 para evaluar los resultados del primer trimestre y a finales de junio 2021 para evaluar el segundo.

### 3.5 Diseño del instrumento

A continuación, se presenta el diseño de cada instrumento que se utiliza para medir las cuatro variables:

En la figura 3.1: Formato para análisis comparativo entre modelos se muestra el instrumento a utilizar para comparar la estructura del modelo de gestión propuesto contra el utilizado originalmente. Registrando las actividades desarrolladas que se pueden relacionar con los componentes básicos de un modelo, como son estrategia, ejecución, cultura y estructura.

**Figura 3.1: Formato para análisis comparativo entre modelos**

MODELO DE GESTION PROPUESTO		ESTADO ACTUAL	
Pilar	Actividad	Pilar	Actividad
Estrategia		Estrategia	
Ejecucion		Ejecucion	
Cultura		Cultura	
Estructura		Estructura	

Fuente: elaboración propia

En la primera columna se describe cual es el pilar de modelo de gestión que se estará analizando, sea estrategia, ejecución, cultura estructura. Para en la segunda columna describir las actividades desarrolladas en el modelo original que pueden clasificarse en estos elementos. Esta actividad se repite en el lado derecho de la tabla, pero ahora para describir las actividades que se realizan en el modelo propuesto.

A continuación, se presenta la herramienta utilizada para registrar el costo económico de dar los servicios de mantenimiento a los sistemas electromecánicos de la muestra, figura 3.2: Instrumento para recolección de datos (costos de mantenimiento):

**Figura 3.2: Instrumento para recolección de datos (costos de mantenimiento)**

SISTEMA	EQUIPO	enero-marzo 2021			abril-junio 2021		
		Mano de obra	Refacciones	Merma	Mano de obra	Refacciones	Merma
Eléctrico emergencia	Planta de emergencia						
	Interruptor de transferencia						
	UPS						
	Contactos regulados						
Refrigeración	Rack de compresores						
	Evaporadoras						
	Vitrinas						
	Cuartos fríos						
	Máquinas de hielo						
Hidroneumático	Bombeo CESPT						
	Sistema vs incendios						
	Osmosis inversa						
	Cisterna						
Iluminación interior	Iluminación piso de venta						
	Iluminación almacén						
	Iluminación vitrinas						

Fuente: elaboración propia.

En la primera columna se describe el sistema a analizar, posteriormente en la segunda columna se especifican los equipos que lo componen. En las columnas tres (mano de obra), cuatro (refacciones) y cinco (producto dañado por falla en sistema de refrigeración o merma) se ingresó el monto de gasto de acuerdo a su procedencia para el periodo enero-marzo 2021. Después se realizó para los mismos conceptos, pero en el periodo abril-junio 2021.

En la figura 3.3: Instrumento para recolección de datos (cumplimiento mantenimiento preventivo) se muestra la herramienta para registrar el desempeño del plan preventivo, ingresando la cantidad de actividades planeadas, así como las ejecutadas para conseguir el porcentaje de cumplimiento.

**Figura 3.3: Instrumento para recolección de datos (cumplimiento mantenimiento preventivo)**

SISTEMA	EQUIPO	enero-marzo 2021			abril-junio 2021		
		Órdenes MP programadas	Órdenes MP ejecutadas	Cumplimiento (%)	Órdenes MP programadas	Órdenes MP ejecutadas	Cumplimiento (%)
Eléctrico emergencia	Planta de emergencia						
	Interruptor de transferencia						
	UPS						
	Contactos regulados						
Refrigeración	Rack de compresores						
	Evaporadoras						
	Vitrinas						
	Cuartos fríos						
	Máquinas de hielo						
Hidroneumático	Bombeo CESPT						
	Sistema vs incendios						
	Osmosis inversa						
	Cisterna						
Iluminación interior	Iluminación piso de venta						
	Iluminación almacén						
	Iluminación vitrinas						
	Iluminación de emergencia						

Fuente: elaboración propia.

En la primera columna se describe el sistema a analizar, posteriormente en la segunda columna se especifican los equipos que lo componen. En la columna tres (Órdenes MP programadas) se ingresó la cantidad de trabajos de tipo preventivo que están programadas para el periodo enero-marzo 2021, en la columna cuatro (Órdenes MP ejecutadas) se describen la cantidad de órdenes de tipo preventivo programadas para el periodo enero-marzo 2021 que fueron ejecutadas, en la columna cinco se ingresan el resultado del cociente ordenes MP ejecutadas/ordenes MP programadas y será definido como el porcentaje de cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo.

Posteriormente se buscó la misma información para el periodo abril-junio 2021 aprovechando las columnas seis, siete y ocho.

En la figura 3.4: Instrumento para recolección de datos (efectividad mantenimiento preventivo) se muestra el instrumento a utilizar para conocer el impacto que tiene la aplicación del mantenimiento preventivo en la cantidad de reportes de averías.

**Figura 3.4: Instrumento para recolección de datos (efectividad mantenimiento preventivo)**

SISTEMA	EQUIPO	enero-marzo 2021			abril-junio 2021		
		Órdenes MP ejecutadas	Órdenes totales	Efectividad (%)	Órdenes MP	Órdenes totales	Efectividad (%)
Eléctrico emergencia	Planta de emergencia						
	Interruptor de transferencia						
	UPS						
	Contactos regulados						
Refrigeración	Rack de compresores						
	Evaporadoras						
	Vitrinas						
	Cuartos fríos						
Hidroneumático	Máquinas de hielo						
	Bombeo CESPT						
	Sistema vs incendios						
	Osmosis inversa						
Iluminación interior	Cisterna						
	Iluminación piso de venta						
	Iluminación almacén						
	Iluminación vitrinas						
	Iluminación de emergencia						

Fuente: elaboración propia.

En la primera columna se describe el sistema a analizar, posteriormente en la segunda columna se especifican los equipos que lo componen. En la columna tres (Órdenes MP ejecutadas) se registra la cantidad de órdenes de mantenimiento preventivo ejecutadas para cada equipo para el periodo enero-marzo 2021, en la columna cuatro (órdenes totales) se ingresa la sumatoria de órdenes de mantenimiento tanto correctivo como programado que fueron ejecutadas en el periodo enero-junio 2021, en la columna cinco se ingresa el resultado del cociente órdenes MP ejecutadas/órdenes totales y será definido como el porcentaje de efectividad del programa de mantenimiento preventivo.

Posteriormente se buscó la misma información para el periodo abril-junio 2021 aprovechando las columnas seis, siete y ocho.

En la figura 3.5: Instrumento para recolección de datos (cumplimiento de auditoria) se presenta el formato que se utilizara para registrar el estado actual de los equipos a evaluar y de las áreas que los albergan. Se describen algunas de las tareas que forman parte de la auditoria integral que tienen injerencia por parte del área de mantenimiento. Se debe revisar la tarea descrita y plasmar si se cumple registrando un 1 en la tabla, o no se cumple registrando un 0.

**Figura 3.5: Instrumento para recolección de datos (cumplimiento de auditoría)**

SISTEMA/AREA	FUNDAMENTO	DESCRIPCIÓN	1/0
Eléctrico principal	NOM-029-STPS	Instalaciones eléctricas libres de almacenamiento de materiales de cualquier tipo.	1
Eléctrico principal	NOM-026-STPS	Señalización de riesgos eléctricos.	1
Eléctrico emergencia	PM-SG 05	Bitácora de planta de emergencia (CXMDO0089) elaborada diariamente y firmada por jefe de vigilancia.	1
Eléctrico emergencia	PM-SG 05	Área de planta de emergencia libre de derrames (aceite, diésel y/o agua de radiador).	1
Eléctrico emergencia	PM-SG-05	Tanque de combustible con nivel superior a 3/4 de capacidad.	1
Eléctrico emergencia	PM-SG-05	Reporte de mantenimiento preventivo semestral vigente.	1
Eléctrico emergencia	Propuesta	Equipo <i>UPS</i> en modo <i>online</i> , sin alarmas.	1
Refrigeración	MEETA	Temperatura adecuada en vitrinas: 0° a 5°C.	1
Refrigeración	MEETA	Temperatura adecuada en vitrinas congelados: menor a -4°C	1
Refrigeración	PM-FYV 05	Temperatura adecuada en cuarto de refrigeración: 2° a 5 °C	1
Refrigeración	PM-FYV 05	Temperatura adecuada en cuarto de congelación: menor a -4°C	1
Refrigeración	MEETA	Pisos, paredes (sin condensación), cortinas hawaianas/puertas en buenas condiciones y rejillas sin basura acumulada en cuartos fríos.	1
Refrigeración	MEETA	Vitrinas sin residuos y funcionando correctamente.	1
Confort	Propuesta	<i>Minisplit</i> de <i>site</i> funcionando correctamente.	1
Refrigeración/hidroneumático	NOM-001-STPS	Pisos en buenas condiciones para desarrollar actividades. (Sin derrames cualquier tipo de líquido)	1
Hidroneumático	NOM-002-STPS	Sistema de bombeo en buen estado para impulsar agua a través de red de tubería.	1
Iluminación interior	MEETA	Focos o lámparas en techo encendidas y en buen estado (mínimo al 90% por área).	1
Iluminación interior	Propuesta	Focos encendidos en vitrinas.	1
Iluminación interior	NOM-025-STPS	Lámparas de emergencia funcionando.	1
Iluminación interior	MEETA	Mosquiteros en buenas condiciones en todas las áreas.	1
Equipos varios	MEETA	Cortinas de aire limpias y en buen estado.	1
Equipos varios	Propuesta	Bandas de <i>checkouts</i> funcionando correctamente.	1
Equipos varios	Propuesta	Puertas automáticas funcionando correctamente.	1
Equipos varios	Propuesta	Bascula de recibo funcionando correctamente.	1
Equipos varios	Propuesta	Compactadora de cartón funcionando correctamente.	1
Equipos varios	MEETA	Extractores y secador de manos funcionando.	1
Documentos oficiales	PM-FUN 13	Certificación de unidad de verificaciones eléctricas. Vigencia: Cinco años.	1
Puntos totales:			27
Calificación final (%)			100

Fuente: elaboración propia.

En la primera columna se define el sistema o área a la que estará enfocada la revisión, para la segunda columna se menciona el fundamento interno en la que está basada

esta actividad, en la tercera columna se describe la tarea a desarrollar y en la cuarta columna se deberá ingresar la información resultado de la misma, con las posibilidades de 1 (cumple) y 0 (no cumple).

En la imagen 3.6: Instrumento para recolección de datos (nivel de satisfacción del cliente interno) se muestra la herramienta diseñada para conocer la razón de como el cliente se siente respecto al servicio de mantenimiento recibido y si cumple con lo que espera. El cliente interno será personal de operaciones y como parámetro se utilizarán las expectativas para la satisfacción descritas por Buckingham: “Exactitud, disponibilidad, alianza y asesoría” (Buckingham, 2000).

**Figura 3.6: Instrumento para recolección de datos (nivel satisfacción cliente interno)**



### ENCUESTA DE SERVICIO RECIBIDO POR MANTENIMIENTO

Sucursal: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

*La presente encuesta tiene la finalidad de conocer la calidad de la atención y servicio que ha prestado el personal de mantenimiento interno Calimax a esta sucursal en el último trimestre.  
Subraye o encierre la respuesta que más se ajuste a su opinión, si considera necesario especificar su información favor de escribir en el espacio de comentarios:*

1. **Que opinión tiene respecto al estado actual de los equipos de manera general?**
  - a) Excelentes condiciones, normalmente no fallan.
  - b) Condiciones aceptables, fallan de manera esporádica.
  - c) Equipo obsoleto, las fallas son muy recurrentes.

Comentarios: \_\_\_\_\_
2. **Considera que algún equipo o sistema en particular afecta actualmente la productividad de manera negativa?**
  - a) No
  - b) Se han presentado fallas pero no han llegado a afectar de manera considerable la continuidad de la operación.
  - c) El equipo pasa demasiado tiempo fuera de servicio, afecta productividad.

Comentarios: \_\_\_\_\_
3. **Como considera a la aplicación de políticas de mantenimiento y planes de mantenimiento preventivo para los equipos?**
  - a) Muy útil, conozco las actividades que se deben realizar y se cumplen.
  - b) Tiene oportunidad de mejorar, conozco las actividades que se deben realizar y no se cumplen en su totalidad.
  - c) Los técnicos se presentan, pero no conozco las actividades que deben realizar.

Comentarios: \_\_\_\_\_
4. **En general, como considera que es el tiempo que pasa desde que se reporta una falla hasta que es atendida?**
  - a) Bueno, el tiempo de respuesta es rápido.
  - b) Regular, podría mejorar.
  - c) Malo, los reportes se atienden mucho después de que son reportados y hay que insistir varias veces.

Comentarios: \_\_\_\_\_
5. **La calificación en su última auditoría integral fue afectada por puntos a responsabilidad de mantenimiento?**
  - a) No, el resultado para esos puntos fue azul o verde.
  - b) Si, el resultado para esos puntos fue amarillo o naranja.
  - c) Si, el resultado para esos puntos fue rojo.

Comentarios: \_\_\_\_\_
6. **Como considera el trato del personal técnico que realiza los trabajos?**
  - a) Bueno, el trato es amable.
  - b) Regular, podría mejorar.
  - c) Malo, se han creado conflictos.

Comentarios: \_\_\_\_\_
7. **Como considera el trato del personal administrativo de mantenimiento?**
  - a) Bueno, el trato es amable.
  - b) Regular, podría mejorar.
  - c) Malo, se han creado conflictos.

Comentarios: \_\_\_\_\_
8. **Ha recibido recomendaciones del personal de mantenimiento para una mejor operación y cuidado de los equipos?**
  - a) Bueno, el trato es amable.
  - b) Regular, podría mejorar.
  - c) Malo, se han creado conflictos.

Comentarios: \_\_\_\_\_

Las respuestas aquí presentadas son de carácter confidencial y son solo para uso de colaboradores con la intención de mejorar las posibles áreas de oportunidad encontradas.

**Gracias por su apoyo y colaboración.**

Fuente: elaboración propia.

En la encuesta no se solicita información personal de la persona que responde, solamente identificar nombre la sucursal y fecha de llenado.

Posteriormente se presentan ocho preguntas para dar respuesta vía opción múltiple con espacio a comentarios para particularizar o aclarar según sea el caso.

En la tabla 3.6: Finalidad de las preguntas de encuesta para nivel de satisfacción se presenta lo que en diseño se busca conocer con cada pregunta:

**Tabla 3.6: Finalidad de las preguntas de encuesta para nivel de satisfacción**

Expectativa	Descripción	Pregunta en encuesta
Exactitud	La manera en que los sistemas y equipos operan. La efectividad con la que se mantienen.	1. ¿Qué opinión tiene respecto al estado actual de los equipos de manera general?
		2. ¿Considera que algún equipo o sistema en particular afecta actualmente la productividad de manera negativa?
		3. ¿Cómo considera la aplicación de pólizas de mantenimiento y planes de mantenimiento preventivo para los equipos?
Disponibilidad	La velocidad en la que sus solicitudes son atendidas.	4. ¿En general, cómo considera que es el tiempo que pasa desde que se reporta una falla hasta que es atendida?
Alianza	El trato que reciben por personal técnico y administrativo. El sentir que mantenimiento esta de su parte.	5. ¿La calificación en su última auditoria integral fue afectada por puntos a responsabilidad de mantenimiento?
		6. ¿Cómo considera el trato del personal técnico que realiza los trabajos?
		7. ¿Cómo considera el trato del personal administrativo de mantenimiento?
Asesoría	Los consejos y recomendaciones que se reciben para el cuidado de los equipos y sistemas.	8. ¿Ha recibido recomendaciones del personal de mantenimiento para una mejor operación y cuidado de los equipos?

Fuente: elaboración propia.

En la sección de Anexos pueden encontrarse a manera de ejemplo las herramientas de control y administración visual diseñadas para facilitar el cumplimiento de la estrategia de mantenimiento en el equipo planta de emergencia.

El Anexo 1 muestra al *checklist* para mantenimiento autónomo, el Anexo 2 la hoja de instrucción para mantenimiento autónomo, el Anexo 3 la hoja de instrucción para protocolo en caso de emergencia y el Anexo 4 las herramientas de administración visual instaladas en la máquina.

De la misma manera fueron desarrolladas hojas de verificación, hojas de instrucción y herramientas de administración visual para los sistemas de refrigeración, cuarto de bombas e iluminación.

### **3.5.1 Validez del instrumento**

Todos los instrumentos fueron diseñados por el investigador y para validar su funcionalidad fueron realizadas tres pruebas piloto donde se comprobó su utilidad.

### **3.6 Recolección de datos**

Se llevó a cabo la recolección de resultados de las variables para los periodos enero-marzo 2021 y abril-junio 2021 los cuales fueron documentados en las herramientas previamente diseñadas. Y continuación se presentan de manera individual.

#### **3.6.1 Tabulación**

##### **Modelo de gestión de mantenimiento**

En la tabla 3.7 se presenta cual es la situación o política en los rubros que conforman al modelo de gestión, como son estrategia, ejecución, cultura y estructura tanto para el sistema propuesto como para el que se utiliza originalmente.

**Tabla 3.7: Tabla comparativa entre modelos de mantenimiento**

MODELO DE GESTION PROPUESTO		ESTADO ACTUAL	
Pilar	Actividad	Pilar	Actividad
<b>Estrategia</b>	Programa de mantenimiento preventivo	<b>Estrategia</b>	Programa de mantenimiento preventivo
	Programa de mantenimiento autónomo		
	Implementación de 5's en equipos		
<b>Ejecución</b>	Creación de herramientas de control (checklist, ayudas visuales y hojas de instrucción)	<b>Ejecución</b>	Se cuentan con checklist con oportunidad de mejorar
	Supervisión de mantenimiento preventivo por parte de usuarios		Firma de funcionario es filtro en la aplicación de mantenimiento preventivo, pero puede aprovecharse mejor su participación
<b>Cultura</b>	Capacitación directa a usuarios sobre preservación de los equipos	<b>Cultura</b>	No se ha enfatizado en la importancia de la preservación, el enfoque de los usuarios es la producción
<b>Estructura</b>	Empoderar a usuarios para una mayor participación en los procesos de mantenimiento	<b>Estructura</b>	Mantenimiento es el único responsable respecto a disponibilidad y estado de los equipos

Fuente: elaboración propia

La identificación y posterior análisis de esta información permite conocer la estructura de ambos modelos y posibilita la identificación de oportunidades para gestionar la mejora continua.

### **Costos de mantenimiento**

En la tabla 3.8 se reúne la información del gasto en pesos mexicanos en actividades directamente relacionadas al mantenimiento de los cuatro sistemas a evaluar y desglosado por equipos para los meses de enero, febrero y marzo 2021.

**Tabla 3.8: Resumen de costos de mantenimiento en periodo enero-marzo 2021**

Sistema	Equipo	Enero 2021		Febrero 2021		Marzo 2021		Total por sistema
		Mano de obra	Refacciones	Mano de obra	Refacciones	Mano de obra	Refacciones	
Eléctrico emergencia	Planta de emergencia	0	0	0	0	0	0	\$ 1,500.00
	Interruptor de transferencia	0	0	0	0	0	0	
	UPS	500	0	500	0	500	0	
	Contactos regulados	0	0	0	0	0	0	
Refrigeración	Rack de compresores	7,287.73	10,347.24	7,287.73	0	7,287.73	0	\$33,610.43
	Evaporadoras		0		0		0	
	Vitrinas		0		0		0	
	Cuartos fríos		0		0		0	
	Máquinas de hielo	0	0	0	1,400	0		
Cuarto de bombas	Bombeo CESPT	1,150	0	1,150	0	1,150	1,180	\$ 5,750.00
	Sistema vs incendios		0		0		0	
	Osmosis inversa		0		1,120		0	
	Cisterna		0		0		0	
Iluminación interior	Iluminación piso de venta	0	0	0	4,531.10	0	718.43	\$ 5,249.53
	Iluminación almacén	0	0	0		0	0	
	Iluminación vitrinas	0	0	0		0	0	
Gasto total mantenimiento								<b>\$46,109.96</b>

Fuente: elaboración propia

Esta información corresponde al periodo donde se trabaja con el procedimiento original. En la tabla 3.9 se presenta el gasto en pesos mexicanos en actividades directamente relacionadas al mantenimiento de los cuatro sistemas a evaluar y desglosado por equipos para los meses de abril, mayo y junio 2021 correspondiente al periodo con el modelo de mantenimiento implementado.

**Tabla 3.9: Resumen de costos de mantenimiento en periodo abril-junio 2021**

Sistema	Equipo	Abril 2021		Mayo 2021		Junio 2021		Total por sistema
		Mano de obra	Refacciones	Mano de obra	Refacciones	Mano de obra	Refacciones	
Eléctrico emergencia	Planta de emergencia	0	0	0	0	0	4,326	\$ 5,826
	Interruptor de transferencia	0	0	0	0	0	0	
	UPS	500	0	500	0	500	0	
	Contactos regulados	0	0	0	0	0	0	
Refrigeración	Rack de compresores	7,287	0	7,287	22,496	7,287	9,950	\$ 54,595
	Evaporadoras		0		0			
	Vitrinas		0		286		0	
	Cuartos fríos		0		0		0	
	Máquinas de hielo	0	0	0	0	0	0	
Cuarto de bombas	Bombeo CESPT	8,500	1,980	1,150	1,120	3,150	0	\$ 16,800
	Sistema vs incendios		0		900		0	
	Osmosis inversa		0		0		0	
	Cisterna		0		0		0	
Iluminación interior	Iluminación piso de venta	0	5,282	0	2,000	0	0	\$ 9,628
	Iluminación almacén	0	0	0	0	0	0	
	Iluminación vitrinas	0	1,127	0	1,219	0	0	
		\$	24,676	\$	37,458	\$	25,213	<b>\$ 86,847</b>

Fuente: elaboración propia

### Cumplimiento de mantenimiento preventivo

La calidad en la aplicación del mantenimiento preventivo será medida mediante el porcentaje de cumplimiento y la efectividad. En la tabla 3.10 se presenta la cantidad de ordenes programadas y ejecutadas para el periodo enero-marzo y abril-junio 2021.

**Tabla 3.10: Cumplimiento de mantenimiento preventivo**

Sistema	Equipo	enero-marzo 2021			abril-junio 2021		
		Órdenes MP programadas	Órdenes MP ejecutadas	Cumplimiento (%)	Órdenes MP programadas	Órdenes MP ejecutadas	Cumplimiento (%)
Eléctrico emergencia	Planta de emergencia	0	0	100%	1	1	100%
	Interruptor de transferencia	0	0	100%	1	1	100%
	UPS	0	0	100%	1	1	100%
	Contactos regulados	0	0	100%	0	0	100%
Refrigeración	Rack de compresores	3	3	100%	3	3	100%
	Evaporadoras	3	3	100%	3	3	100%
	Vitrinas	3	3	100%	3	3	100%
	Cuartos fríos	3	3	100%	3	3	100%
	Máquinas de hielo	n/a	n/a	100%	n/a	n/a	100%
Cuarto de bombas	Bombeo CESPT	3	3	100%	3	3	100%
	Sistema vs incendios	3	3	100%	3	3	100%
	Osmosis inversa	3	3	100%	3	3	100%
	Cisterna	3	3	100%	3	3	100%
Iluminación interior	Iluminación piso de venta	n/a	n/a	100%	n/a	n/a	100%
	Iluminación almacén	n/a	n/a	100%	n/a	n/a	100%
	Iluminación vitrinas	n/a	n/a	100%	n/a	n/a	100%
	Iluminación de emergencia	n/a	n/a	100%	n/a	n/a	100%

Fuente: elaboración propia

### Efectividad del mantenimiento preventivo

Como segunda herramienta para medir la calidad de mantenimiento se utilizó el indicador “efectividad de mantenimiento” que fue obtenida a través de la relación de la cantidad de órdenes de tipo preventivo respecto a las ordenes totales. En la tabla 3.11 se presenta cuáles fueron los resultados para los periodos enero-marzo 2021 y abril-junio 2021.

**Tabla 3.11: Efectividad de mantenimiento preventivo**

Sistema	Equipo	enero-marzo 2021			abril-junio 2021		
		Órdenes MP	Órdenes totales	Efectividad (%)	Órdenes MP	Órdenes totales	Efectividad (%)
Eléctrico emergencia	Planta de emergencia	0	0	100%	1	1	100%
	Interruptor de transferencia	0	0	100%	1	1	100%
	UPS	0	0	100%	1	1	100%
	Contactos regulados	0	0	100%	0	0	100%
Refrigeración	Rack de compresores	3	7	43%	3	6	50%
	Evaporadoras	3	3	100%	3	3	100%
	Vitrinas	3	5	60%	3	3	100%
	Cuartos fríos	3	9	33%	3	3	100%
	Máquinas de hielo	n/a	1	n/a	n/a	0	n/a
Cuarto de bombas	Bombeo CESPT	3	4	75%	3	4	75%
	Sistema vs incendios	3	3	100%	3	3	100%
	Osmosis inversa	3	5	60%	3	4	75%
	Cisterna	3	6	50%	3	3	100%
Iluminación interior	Iluminación piso de venta	n/a	7	n/a	n/a	12	n/a
	Iluminación almacén	n/a	1	n/a	n/a	0	n/a
	Iluminación vitrinas	n/a	9	n/a	n/a	11	n/a
	Iluminación de emergencia	n/a	4	n/a	n/a	1	n/a

Fuente: elaboración propia.

### Cumplimiento de auditoría interna

La tabla 3.12 describen los 27 puntos a evaluar para la aplicación de la auditoría interna y se presenta el resultado de cada uno para obtener una calificación final. La auditoría fue realizada antes de implementar el modelo de mantenimiento.

**Tabla 3.12: Resultados de auditoría interna periodo enero-marzo 2021**

SISTEMA/AREA	FUNDAMENTO	DESCRIPCIÓN	1/0
Eléctrico principal	NOM-029-STPS	Instalaciones eléctricas libres de almacenamiento de materiales de cualquier tipo.	1
Eléctrico principal	NOM-026-STPS	Señalización de riesgos eléctricos.	1
Eléctrico emergencia	PM-SG 05	Bitácora de planta de emergencia (CXMDO0089) elaborada diariamente y firmada por jefe de vigilancia o vigilante en turno.	0
Eléctrico emergencia	PM-SG 05	Área de planta de emergencia libre de derrames (aceite, diésel y/o agua de radiador).	1
Eléctrico emergencia	PM-SG-05	Tanque de combustible con nivel superior a 3/4 de capacidad.	1
Eléctrico emergencia	PM-SG-05	Reporte de mantenimiento preventivo semestral vigente.	0
Eléctrico emergencia	Propuesta	Equipo UPS en modo <i>online</i> , sin alarmas.	1
Refrigeración	MEETA	Temperatura adecuada en vitrinas: 0°C a 5°C.	1
Refrigeración	MEETA	Temperatura adecuada en vitrinas congelados: Menor a -4°C.	1
Refrigeración	PM-FYV 05	Temperatura adecuada en cuarto de refrigeración: 2° a 5 °C.	1
Refrigeración	PM-FYV 05	Temperatura adecuada en cuarto de congelación: Menor a -4°C.	1
Refrigeración	MEETA	Pisos, paredes (sin condensación), cortinas hawaianas/puertas en buenas condiciones y rejillas sin basura acumulada en cuartos fríos.	0
Refrigeración	MEETA	Vitrinas sin residuos y funcionando correctamente.	1
Confort	Propuesta	<i>Minisplit</i> de <i>site</i> funcionando correctamente.	1
Refrigeración/ cuarto de bombas	NOM-001-STPS	Pisos en buenas condiciones para desarrollar actividades. (Sin derrames de líquidos).	1
Cuarto de bombas	NOM-002-STPS	Sistema de bombeo en buen estado para impulsar agua a través de red de tubería.	1
Iluminación interior	MEETA	Focos o lámparas en techo encendidas y en buen estado (mínimo al 90% por área).	0
Iluminación interior	Propuesta	Focos encendidos en vitrinas.	0
Iluminación interior	NOM-025-STPS	Lámparas de emergencia funcionando.	0
Iluminación interior	MEETA	Mosquiteros en buenas condiciones en todas las áreas.	0
Equipos varios	MEETA	Cortinas de aire limpias y en buen estado.	0
Equipos varios	Propuesta	Bandas de <i>checkouts</i> funcionando correctamente y en buen estado.	1
Equipos varios	Propuesta	Puertas automáticas funcionando correctamente.	0
Equipos varios	Propuesta	Bascula de recibo funcionando correctamente.	1
Equipos varios	Propuesta	Compactadora de cartón funcionando correctamente.	1
Equipos varios	MEETA	Extractores y secador de manos funcionando.	0
Documentos oficiales	PM-FUN 13	Certificación de unidad de verificaciones eléctricas. Vigencia: Cinco años.	1
Puntos totales:			17
Calificación final (%):			63

Fuente: elaboración propia.

La tabla 3.13 describen los 27 puntos a evaluar para la aplicación de la auditoría interna y se presenta el resultado de cada uno para obtener una calificación final. La auditoría fue realizada después de implementar el modelo de mantenimiento.

**Tabla 3.13: Resultados de auditoría interna periodo abril 2021**

SISTEMA/AREA	FUNDAMENTO	DESCRIPCIÓN	1/0
Eléctrico principal	NOM-029-STPS	Instalaciones eléctricas libres de almacenamiento de materiales de cualquier tipo.	1
Eléctrico principal	NOM-026-STPS	Señalización de riesgos eléctricos.	1
Eléctrico emergencia	PM-SG 05	Bitácora de planta de emergencia (CXMDO0089) elaborada diariamente y firmada por jefe de vigilancia o vigilante en turno.	1
Eléctrico emergencia	PM-SG 05	Área de planta de emergencia libre de derrames (aceite, diésel y/o agua de radiador).	1
Eléctrico emergencia	PM-SG-05	Tanque de combustible con nivel superior a 3/4 de capacidad.	1
Eléctrico emergencia	PM-SG-05	Reporte de mantenimiento preventivo semestral vigente.	1
Eléctrico emergencia	Propuesta	Equipo <i>UPS</i> en modo <i>online</i> , sin alarmas.	1
Refrigeración	MEETA	Temperatura adecuada en vitrinas: 0° a 5°C.	1
Refrigeración	MEETA	Temperatura adecuada en vitrinas congelados: Menor a -4°C.	1
Refrigeración	PM-FYV 05	Temperatura adecuada en cuarto de refrigeración: 2 a 5 °C.	1
Refrigeración	PM-FYV 05	Temperatura adecuada en cuarto de congelación: Menor a -4°C.	1
Refrigeración	MEETA	Pisos, paredes (sin condensación), cortinas hawaianas/puertas en buenas condiciones y rejillas sin basura acumulada en cuartos fríos.	0
Refrigeración	MEETA	Vitrinas sin residuos y funcionando correctamente.	1
Confort	Propuesta	<i>Minisplit</i> de <i>site</i> funcionando correctamente.	1
Refrigeración/ cuarto de bombas	NOM-001-STPS	Pisos en buenas condiciones para desarrollar actividades. (Sin derrames de líquidos).	1
Cuarto de bombas	NOM-002-STPS	Sistema de bombeo en buen estado para impulsar agua a través de red de tubería.	1
Iluminación interior	MEETA	Focos o lámparas en techo encendidas y en buen estado (mínimo al 90% por área).	1
Iluminación interior	Propuesta	Focos encendidos en vitrinas.	1
Iluminación interior	NOM-025-STPS	Lámparas de emergencia funcionando.	1
Iluminación interior	MEETA	Mosquiteros en buenas condiciones en todas las áreas.	1
Equipos varios	MEETA	Cortinas de aire limpias y en buen estado.	0
Equipos varios	Propuesta	Bandas de <i>checkouts</i> funcionando correctamente y en buen estado.	1
Equipos varios	Propuesta	Puertas automáticas funcionando correctamente.	0
Equipos varios	Propuesta	Bascula de recibo funcionando correctamente.	1
Equipos varios	Propuesta	Compactadora de cartón funcionando correctamente.	1
Equipos varios	MEETA	Extractores y secador de manos funcionando.	0
Documentos oficiales	PM-FUN 13	Certificación de unidad de verificaciones eléctricas. Vigencia: Cinco años.	1
Puntos totales:			23
Calificación final (%):			85. 2

Fuente: elaboración propia.

### Encuesta nivel de satisfacción del cliente interno

En la tabla 3.14 se muestran las respuestas que el individuo 1 dio a la encuesta de nivel de satisfacción aplicada en el mes de marzo para evaluar el periodo 1 y en junio para evaluar el periodo 2.

**Tabla 3.14: Resultados aplicación encuesta de satisfacción de cliente interno individuo 1**

RESULTADOS ENCUESTA SATISFACCION A CLIENTE INTERNO							
Periodo 1				Periodo 2			
Pregunta	Respuesta			Pregunta	Respuesta		
							
1	A	B	C	1	A	B	C
2	A	B	C	2	A	B	C
3	A	B	C	3	A	B	C
4	A	B	C	4	A	B	C
5	A	B	C	5	A	B	C
6	A	B	C	6	A	B	C
7	A	B	C	7	A	B	C
8	A	B	C	8	A	B	C

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3.15 se muestran las respuestas que el individuo 2 dio a la encuesta de nivel de satisfacción aplicada en el mes de marzo para evaluar el periodo 1 y en junio para evaluar el periodo 2.

**Tabla 3.15: Resultados aplicación encuesta de satisfacción de cliente interno individuo 2**

RESULTADOS ENCUESTA SATISFACCION A CLIENTE INTERNO							
Periodo 1				Periodo 2			
Pregunta	Respuesta			Pregunta	Respuesta		
							
1	A	B	C	1	A	B	C
2	A	B	C	2	A	B	C
3	A	B	C	3	A	B	C
4	A	B	C	4	A	B	C
5	A	B	C	5	A	B	C
6	A	B	C	6	A	B	C
7	A	B	C	7	A	B	C
8	A	B	C	8	A	B	C

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3.16 se muestran las respuestas que el individuo 3 dio a la encuesta de nivel de satisfacción aplicada en el mes de marzo para evaluar el periodo 1 y en junio para evaluar el periodo 2.

**Tabla 3.16: Resultados aplicación encuesta de satisfacción de cliente interno individuo 3**

RESULTADOS ENCUESTA SATISFACCION A CLIENTE INTERNO							
Periodo 1				Periodo 2			
Pregunta	Respuesta			Pregunta	Respuesta		
							
1	A	B	C	1	A	B	C
2	A	B	C	2	A	B	C
3	A	B	C	3	A	B	C
4	A	B	C	4	A	B	C
5	A	B	C	5	A	B	C
6	A	B	C	6	A	B	C
7	A	B	C	7	A	B	C
8	A	B	C	8	A	B	C

Fuente: elaboración propia

## **Capítulo IV: Resultados**

Se muestran los resultados de trabajar con el modelo de mantenimiento propuesto y se analizan para conocer el impacto que tuvo en la compañía, posteriormente se comparten los efectos alternos a los indicadores de mantenimiento seleccionados.

#### **4.1 Análisis de resultados**

A continuación, se presentan los resultados en las variables derivados de la implementación del modelo de mantenimiento propuesto:

##### **Modelo de gestión de mantenimiento**

Se estudian las actividades desarrolladas tanto en el sistema propuesto como en el original y se clasifican de acuerdo a su aportación en los conceptos de estrategia, ejecución, cultura y estructura que conforman al modelo de gestión.

##### **Estrategia (Modelo de gestión de mantenimiento)**

Se tiene que para el factor estrategia el sistema original basa sus tareas en los programas de mantenimiento preventivo y correctivo según sea la importancia del equipo, por otro lado, en el modelo propuesto mantiene su estrategia en el mantenimiento planeado, pero se agregan actividades de revisión y limpieza con periodicidades diarias o semanales. Además, se implementa la filosofía 5s para los espacios y equipos.

##### **Ejecución (Modelo de gestión de mantenimiento)**

Originalmente se cuenta con formatos *checklist* en dos equipos (planta de emergencia y cuarto de bombas) para controlar la ejecución de los planes de mantenimiento por parte de personal de seguridad, pero tienen oportunidad de mejora en las tareas a desarrollar. En el modelo propuesto se presentan nuevos formatos de checklist, ayudas visuales y hojas de instrucción.

Respecto al control de calidad en la ejecución del plan de mantenimiento aplicado por personal técnico en la situación original es necesaria la firma de funcionario para validar, pero normalmente no se revisan las condiciones de los equipos. Para el modelo propuesto se empodera al usuario para revisar a detalle los trabajos realizados.

##### **Cultura (Modelo de gestión de mantenimiento)**

Con el sistema actual existe una separación en la responsabilidad que el usuario tiene en los temas referentes a mantenimiento de los equipos, limitándose a reportar cuando

el equipo ha llegado a un punto de no operación. Por otra parte, en el sistema propuesto se capacita a los usuarios enfatizando el valor que genera la correcta preservación y cuidado de los equipos.

### **Estructura (Modelo de gestión de mantenimiento)**

En lo que respecta al recurso humano disponible para mantenimiento el modelo de mantenimiento propuesto aporta incluyendo parte del tiempo disponible de personal de operaciones en actividades orientadas a mejorar las condiciones, disponibilidad y vida útil de los equipos.

### **Costos de mantenimiento**

Para el periodo en el que se trabaja con el sistema original (enero-marzo 2021) se tiene un gasto por mano de obra de 28,213.19 pesos y de 17,896.77 pesos por refacciones para generar un gasto total del periodo de 46,109.96 pesos.

En el periodo abril-junio 2021 donde se utiliza el modelo de mantenimiento propuesto se tiene un gasto por mano de obra de 36,161.00 pesos y de 50,686.00 pesos por refacciones para generar un gasto total del periodo de 86,847.00 pesos, representando un aumento de 88.34%.

### **Cumplimiento del mantenimiento preventivo**

Se cuenta con programa de mantenimiento preventivo para los sistemas eléctrico de emergencia, refrigeración y cuarto de bombas, se excluye al sistema de iluminación.

En el periodo enero-marzo se tuvieron los siguientes resultados: sistema eléctrico de emergencia sin ordenes programadas, se considera como 100% de cumplimiento. Para refrigeración se programaron 12 órdenes preventivas y se ejecutaron 12 consiguiendo cumplimiento de 100% y para el cuarto de bombas se programaron 12 órdenes preventivas y se ejecutaron 12 consiguiendo cumplimiento de 100%.

Respecto al periodo abril-junio se tuvieron los siguientes resultados: sistema eléctrico de emergencia 1 orden de mantenimiento preventivo programada y 1 ejecutada. Para refrigeración se programaron 12 órdenes preventivas y se ejecutaron 12 consiguiendo

cumplimiento de 100% y para el cuarto de bombas se programaron 12 órdenes preventivas y se ejecutaron 12 consiguiendo cumplimiento de 100%.

### **Efectividad del mantenimiento preventivo**

Para el periodo enero-marzo 2021 no se tuvieron órdenes de mantenimiento preventivo ni correctivo para el sistema eléctrico de emergencia obteniendo una efectividad de 100%, para refrigeración se tuvieron 12 órdenes preventivas y 24 totales generando un 50% de efectividad y para el cuarto de bombas un total de ordenes de 18 por 12 de tipo programado logrando un 66% de efectividad.

En el periodo abril-junio 2021 se tiene 1 orden de mantenimiento programado y 1 total para el sistema eléctrico de emergencia obteniendo una efectividad de 100%, para refrigeración se tuvieron 12 órdenes preventivas y 15 totales generando un 87.5% de efectividad y para el cuarto de bombas un total de ordenes de 14 por 12 de tipo programado logrando un 87.5% de efectividad, representando un aumento de 21.5%.

### **Cumplimiento de auditoría interna**

En el periodo enero-marzo 2021 se obtuvieron 17 de 27 puntos en cumplimiento obteniendo una calificación de 63%.

Para el periodo abril-junio 2021 se obtuvieron 23 de 27 puntos en cumplimiento obteniendo una calificación de 85.2%, representando un aumento de 22.2%.

### **Nivel de satisfacción del cliente interno**

Para el periodo enero-marzo 2021 se calificó de la siguiente manera al servicio de mantenimiento: individuo 1 califico con 58%, individuo 2 con 91% e individuo 3 lo hizo con 87%, obteniendo en promedio para el periodo de 78.66%.

Para el periodo abril - junio 2021 se calificó de la siguiente manera al servicio de mantenimiento: individuo 1 califico con 79.16%, individuo 2 con 95.83% e individuo 3 lo hizo con 91.66%, obteniendo un promedio para el periodo de 88.88% que representa un aumento de 10.22%.

## **4.2 Análisis e interpretación de los resultados**

Se implementó el modelo de gestión de mantenimiento basado en la filosofía *TPM*. Para ello fue necesario documentarse en su teoría e identificar su esencia, y así rescatar las acciones que pueden aplicarse directamente, además de adaptar otras para poder ser utilizadas en un sector objetivo (servicios) para el que no fueron diseñadas.

Todas las actividades que consideran a este modelo fueron clasificadas de acuerdo a su propósito, buscando robustecer los cuatro factores que lo integran: estrategia, ejecución, cultura y estructura. En este sentido hay una considerable mejora al comparar con la estrategia original, ya que se migra a una estrategia enfocada en reducir el tiempo para identificar fallas y a prestar mayor atención a la operación de los equipos con la intención de reducir el tiempo muerto y alargar su vida útil.

Respecto a las tareas que favorecen la ejecución del modelo se mejoraron los controles existentes y se diseñaron nuevas herramientas para equipos en los que anteriormente no estaban considerados, además de otras que facilitan la identificación de fallas y la respuesta en caso de emergencia, a la vez que se empodera a los colaboradores para confirmar que los planes de mantenimiento preventivo se realizan de manera correcta por parte del personal técnico.

Buscando mejorar la cultura de mantenimiento se realizaron sesiones de capacitación directa para los usuarios orientadas a visualizar la importancia que tienen en la preservación de los equipos y posteriormente al tener la responsabilidad de ejecutar el mantenimiento autónomo crear un sentido de permanencia que robustece su necesidad de cuidado.

Todo lo anterior por supuesto fortaleció la estructura de mantenimiento, pues ahora los responsables no son solamente los integrantes del departamento técnico, sino que se agregaron a los esfuerzos el personal operativo.

En la figura 4.1 se presenta un resumen de los beneficios que se obtuvieron en cada componente del modelo de gestión.

**Figura 4.1 Mejoras del modelo de gestión de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

Para visualizar el impacto de estas mejoras en el modelo de gestión fueron diseñados indicadores adecuados para evaluar su desempeño: costos, cumplimiento del mantenimiento preventivo, efectividad del mantenimiento, calificación de auditoría interna y nivel de satisfacción del cliente interno, debido a que los indicadores originales de la filosofía *TPM* no funcionan en empresas que no se dedican a la producción. definiendo como resultados esperados.

Una vez implementado el modelo se generó un incremento en costos del trimestre del 88.34% comparado con periodo sin su utilización, pero puede acreditarse al hecho de que tuvo que invertirse en los equipos para llevarlos a un estado óptimo, mientras que anteriormente no se les prestaba atención hasta que llegaban a un punto de no operación. Se considera que al mantener en funcionamiento el modelo el gasto se ira difiriendo y llegara a resultados iguales o menores que los del periodo sin la metodología propuesta.

Los resultados para el cumplimiento del mantenimiento preventivo fueron iguales para ambos periodos (100%), mientras que la efectividad del mantenimiento se mejoró en un

21.5%, significando que en proporción hubo una menor cantidad de reportes de mantenimiento correctivo.

En la auditoría aplicada después de implementado el modelo presentó una mejora en la calificación del 22.2% lo que se traduce en equipos en mejores condiciones.

Y por último en promedio para las encuestas de satisfacción aplicadas al cliente interno antes y después del modelo se registró un incremento del 10.22% traduciéndose en una mejor sociedad entre el equipo que se forma entre operaciones y mantenimiento.

En la tabla 4.1 se muestra el impacto que se generó en los indicadores de costos, cumplimiento de mantenimiento preventivo, efectividad del mantenimiento preventivo, auditoría interna y nivel de satisfacción del cliente interno en con la utilización del modelo de gestión de mantenimiento propuesto.

**Tabla 4.1: Resumen de resultados de implementación**

Indicador	Modelo original	Modelo propuesto	Diferencia (%)
Costos	46.109.96	86,847.00	88.34%
Cumplimiento MP	100%	100%	0%
Efectividad MP	66%	87.50%	21.50%
Auditoría interna	63%	85.20%	22.20%
Nivel satisfacción	78.66%	88.88%	10.22%

Fuente: elaboración propia.

Se logra identificar una diferencia en los resultados de mantenimiento que se deriva de la utilización del modelo de gestión de mantenimiento propuesto. En cuatro de los cinco indicadores de desempeño (cumplimiento MP, efectividad MP, auditoría interna y nivel de satisfacción del cliente interno) se obtienen efectos positivos, mientras que en el que corresponde a costos se registró un aumento que representa una consecuencia negativa. Esta situación puede explicarse dada la inversión en refacciones e insumos que fue necesaria para que los equipos funcionaran de manera ideal.

Por lo tanto, la hipótesis (la implementación de un Modelo de gestión basado en la filosofía TPM reducirá los reportes de tipo correctivo en los equipos, lo que mejorará la eficiencia del trabajo, reducirá los costos, mejorará los resultados de auditoría interna y satisfacción del cliente interno) se confirma bajo la reserva de extender el periodo de

prueba a un año como mínimo para monitorear particularmente el efecto en el indicador de costos.

### **4.3 Resultados extraordinarios**

Siendo el giro del negocio la venta al por menor de productos vía autoservicio la experiencia de compra es un factor importante para la decisión del cliente de incrementar la cantidad de productos adquiridos, elegir a la tienda en su próxima visita o recomendarla a sus conocidos. De igual manera una mala experiencia afectaría de manera contraria a los mismos objetivos.

El contar con el edificio, instalaciones y equipos en las mejores condiciones genera un ambiente cómodo para que el cliente pueda enfocarse en la selección de sus compras. Esta situación podría medirse y replicarse en otros tipos de negocios de tipo servicios.

Un elemento básico para el éxito de la implementación es el compromiso de los involucrados, trabajar con colaboradores del mas alto nivel incrementa las oportunidades y facilita el proceso. De igual manera Dirección y los diseñadores del proyecto pueden estructurar mecanismos para motivar a los empleados a aportar de la mejor manera, por ejemplo, mediante programas de recompensa por alcance de objetivos, aportaciones extraordinarias, mejoras al proceso, etc.

Previamente a esta investigación se han identificado actividades en la empresa que podrían generar ahorros energéticos mediante el uso más eficiente de los equipos y sistemas electromecánicos de los supermercados.

El fortalecimiento de la estructura a través de la sociedad formada entre operaciones y mantenimiento, así como la mejora en la cultura de preservación de equipos derivada de este estudio propicia las condiciones ideales para la implementación de este nuevo proyecto.



## **Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones**

Se resume el resultado de la implementación del modelo de mantenimiento propuesto y se presentan las conclusiones, así como las recomendaciones de actividades consecutivas para la empresa e investigaciones futuras.

## 5.1 Conclusiones

De manera específica para los objetivos definidos se concluye lo siguiente:

La inversión inicial necesaria para llevar a los equipos a sus condiciones ideales de operación, donde se incluye reemplazo de refacciones, compra de insumos y mano de obra generó un incremento de 88.34% en los costos de mantenimiento, a primera vista esta situación obstaculiza el alcance del objetivo “reducir los costos económicos de mantenimiento para aportar en los resultados financieros del negocio para junio 2021”, pero basándose en la teoría esto sería revertido a través de un tiempo de análisis más prolongado.

Con la infraestructura puesta a punto se redujo la cantidad de reportes de equipo fuera de servicio, lo que impactó el índice de efectividad de 66% a un 87.5% en el periodo con utilización de la metodología y esto fue reflejado como mejora en la relación entre la cantidad de ordenes de trabajo de tipo correctivo y preventivo, confirmando el objetivo “mejorar el índice entre mantenimiento correctivo y preventivo con la intención de tener una mejor disponibilidad de los equipos para junio 2021”.

La teoría de preservación, donde se involucra a los usuarios en el cuidado de los equipos, es esencial para los resultados de disponibilidad y tiempo de vida. Por ello la capacitación del personal operativo es un componente básico de la filosofía *TPM*. Como medida para evaluar las condiciones de los equipos se utilizó la herramienta de auditoría interna, donde se obtuvo una mejora de 22.2% y se logró el objetivo “incrementar la calificación obtenida en auditoría interna la cual representa una mejora en las condiciones generales de los equipos y en la experiencia de compra de clientes para junio 2021”.

Un factor valioso que aporta al alcance de las metas para infraestructura y equipos es el fortalecimiento de la relación formada entre las áreas de Mantenimiento y Operaciones, la implementación de la metodología mejoró en un 10.22% la calificación de la encuesta que mide la satisfacción del cliente interno validando el objetivo “mejorar el nivel de satisfacción del cliente interno a través de la reafirmación de la sociedad entre Operaciones y Mantenimiento para junio 2021”.

Se confirma que es posible adaptar la filosofía *TPM* en empresas de servicio y que el impacto obtenido en el estado de los equipos resulta positivo, aunque es necesario

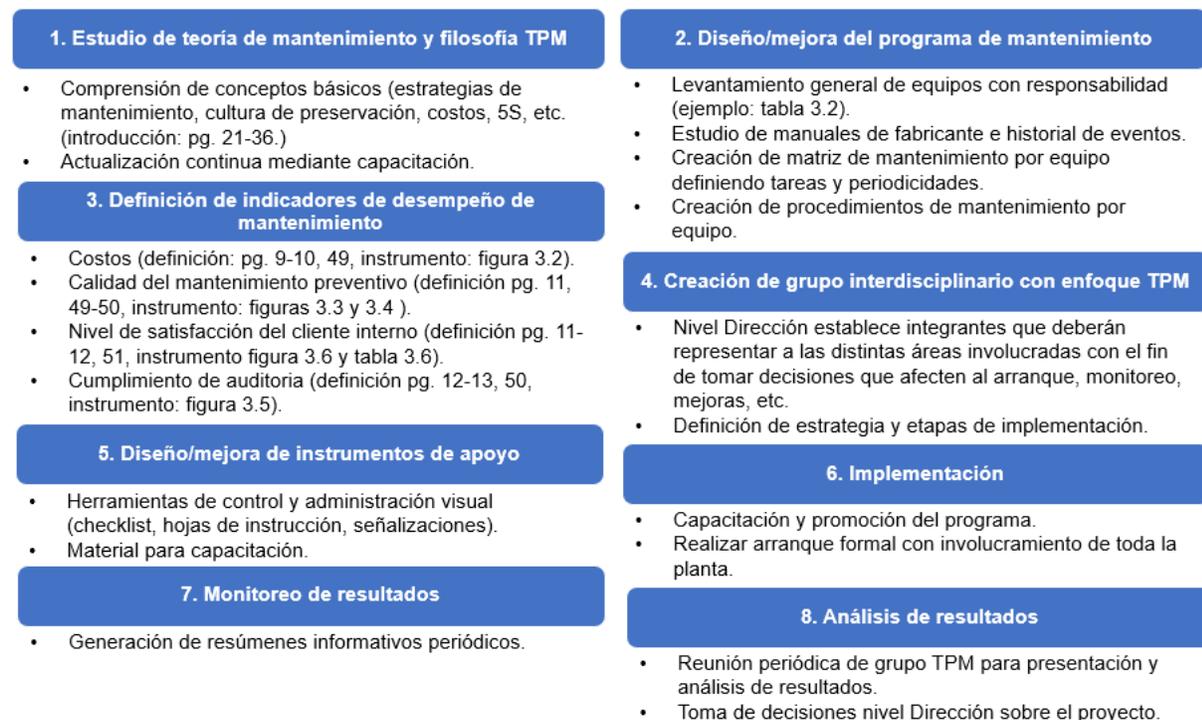
analizar el efecto que tiene en los costos de mantenimiento a mediano y largo plazo, logrando así corroborar el objetivo general “evaluar el impacto que se genera en los resultados de mantenimiento con la implementación de un modelo basado en la filosofía *TPM* en supermercado Calimax para junio 2021”.

## 5.2 Propuesta

Para el diseño de la estrategia se requiere examinar la situación económica, infraestructura, cultura y recursos particulares de cada empresa, aun cuando sea de tipo servicios o pertenezca al sector *retail*. Pero el procedimiento, herramientas y metodología utilizados en esta investigación puede aportar grandes beneficios en futuras implementaciones.

En la figura 5.1 se presenta un resumen de las actividades necesarias para la implementación de un modelo de mantenimiento basado en la filosofía *TPM* para empresas que no pertenecen al sector de tipo productivo.

**Figura 5.1: Procedimiento propuesto para implementación de filosofía TPM en empresas de servicio.**



Fuente: elaboración propia.

Como preparación para la elección de esta metodología es necesario el estudio profundo de teoría de filosofía *TPM*, así como de reportes de implementación en diversas compañías. Esto servirá para identificar su esencia, objetivos y estructura necesaria.

Un valioso aporte de esta investigación a la adaptación de la filosofía *TPM* en empresa de servicio es el uso de indicadores de desempeño diferentes a los que se utilizan en teoría a empresas de producción.

Resulta poco provechoso utilizar el principal indicador de la filosofía *TPM* en empresas de servicio, denominado *OEE* por sus siglas en inglés, el cual analiza los factores de disponibilidad, calidad y desempeño para generar un parámetro unificado. Esto es debido a que por su naturaleza en empresas de servicio no se lleva un control a detalle de la velocidad y calidad con la que son generados los productos en su maquinaria. Por ello esta investigación propone el uso de cuatro indicadores de desempeño que pueden ser aplicados para evaluar los resultados de mantenimiento a sistemas y equipos electromecánicos en un supermercado, los cuales son costos, calidad del mantenimiento preventivo, calificación de auditoría interna y nivel de satisfacción del cliente interno. Logrando representar satisfactoriamente el estado general de los efectos de la gestión del mantenimiento.

### **5.3 Recomendaciones**

#### **5.3.1 Recomendaciones para la empresa sujeto de investigación**

La consecuencia negativa obtenida en el indicador de costos de mantenimiento podría eludir las intenciones de la empresa de implementar este tipo de filosofía, pero en este caso los resultados están limitados por los tiempos disponibles para la investigación.

Para determinar de manera más integral el sustento de la utilización de esta estrategia se propone extender el periodo de prueba a un año como mínimo y así resolver los factores de inversión inicial y temporalidad.

Se recomienda entonces esperar los resultados de la prueba piloto con duración de un año para asegurar que el impacto va a ser positivo en todos los resultados de

mantenimiento. Esto además ayudara a perfeccionar los procesos y actividades involucrados en el proyecto.

Una vez confirmados los beneficios se deberá crear una estrategia para reproducir la estrategia en otras sucursales de la empresa, las cuales cuentan con los mismos sistemas y equipos electromecánicos para operar el negocio, difiriendo solamente en capacidades y marcas.

Debe de mantenerse la búsqueda de ideas que aporten en la mejora de los procesos actuales ya que son una oportunidad de reducir costos y/o ofrecer un mejor producto a al cliente final.

Los siguientes factores pueden ser de utilidad para la investigación e implementación de proyectos con esta metodología o similares:

- Establecer los componentes del modelo de gestión de mantenimiento (estrategia, ejecución, cultura y estructura): ayuda a conocer cuál es el objetivo de cada actividad, asignándoles una categoría y dando orden al proyecto global. También para describir a ambos modelos para poder hacer una comparativa entre ellos e identificar las mejoras.
- Utilización de herramientas de control y administración visual: fue de provecho para asegurar la correcta ejecución de la estrategia y fue bien recibida por el personal operativo.
- Involucrar a alta dirección como respaldo del proyecto: la base del éxito de la filosofía *TPM* es la participación del total de los colaboradores en aras del beneficio común, para ello hay que asegurar su compromiso. Esto se vuelve complicado por la interacción entre áreas que tienen objetivos primordiales diferentes. La solución para esta situación es contar con la figura de la alta dirección como impulsor principal del proyecto.
- Prevenir a empresa de la necesidad de inversión: Este punto va ligado al involucramiento de la alta dirección y área financiera. Previamente deben de asignarse presupuestos para las diferentes etapas del proceso de implementación para evitar sorpresas y asegurar recursos necesarios.
- Seleccionar al responsable principal de implementación y colaboradores principales con compromiso y cualidades adecuadas: Una vez definida la

estrategia el éxito de su implementación depende de las personas, la selección del personal responsable debe de hacerse de manera estudiada, estableciendo las cualidades necesarias en cada puesto.

- Mantener reuniones grupos interdisciplinarios: La implementación no consiste solamente en poner en marcha el proyecto y esperar resultados, debe de retroalimentarse de manera constante para corregir posibles áreas de oportunidad, así como conservar el sentido de responsabilidad en los involucrados. Con este fin se deben de programar reuniones recurrentes con representantes de cada área.

### **5.3.2 Recomendaciones para investigaciones futuras**

Algunos temas que podrían ser investigados a detalle derivados de esta investigación son:

- Aplicación de filosofía *TPM* en otras empresas de servicios: Se encuentra muy poca información acerca de la aplicación de esta filosofía en empresas que no basan su negocio en la fabricación de productos, pero que hacen uso de equipos e instalaciones para ofrecer servicios o vender al cliente directo, como puede ser el caso de supermercados, cines, hospitales, restaurantes, gasolineras entre otros. Confirmando la posibilidad de adaptación es interesante conocer los resultados que tendría en este tipo de comercios.
- Identificar efectos colaterales de la implementación de filosofía *TPM* en empresas de servicio: Además de los beneficios expuestos en este documento podrían existir otros generados de manera indirecta, como podría ser el incremento en la decisión de compra del cliente que visita al negocio por mejores condiciones en ciertas instalaciones y equipos.
- Estrategias que mejoren la cultura de preservación: Recopilar actividades por parte de la empresa que podrían ayudar al fortalecimiento de la relación de los usuarios con sus equipos y su cuidado, como podrían ser dinámicas con beneficios directos, otros tipos de capacitación y promoción, etc.



## Anexo 2

### Hoja de instrucción para mantenimiento autónomo semanal a planta de emergencia



#### Guía para aplicación del mantenimiento autónomo a planta de emergencia CALIMAX FLORIDO

Marca: CATERPILLAR Modelo: 3406 Capacidad: 375KVA, 300KW



**BUSQUEDA DE FUGAS:**

Realice un recorrido del equipo para identificar posibles derrames de refrigerante, aceite o combustible. Prestar atención especial en las siguientes áreas:

- Mangueras de circulación de refrigerante
- Cubierta de tanque de diésel
- Bloque motor
- Radiador



1

**REVISAR TABLERO DE ALARMAS:**

Posiciónese frente al tablero de control de la maquina e identifique si alguna de las luces indicadoras esta encendida.



2

**VERIFICAR NIVEL DE DIESEL:**

Revísen el indicador cual es el nivel actual, debe de estar como mínimo en 3/4.



En caso de requerir diésel comunicarse al teléfono 664 681 35 10, con el proveedor serviciosMeza.

3

**REVISAR BATERIAS:**

Revíselos siguientes puntos:

- Condiciones generales, no debe de presentar, derrames o hinchazón.
- Terminales y puntos de conexión sin sarro o suciedad.




4

PARA COMUNICAR CUALQUIER HALLAZGO O ACLARACION DE DUDAS COMUNICARSE AL AREA DE MANTANIMIENTO



#### Guía para aplicación del mantenimiento autónomo a planta de emergencia CALIMAX FLORIDO

Marca: CATERPILLAR Modelo: 3406 Capacidad: 375KVA, 300KW



**CONFIRMAR FUNCIONAMIENTO DEL CARGADOR DE BATERIAS:**

Revise que la luz indicadora del cargador de baterías este encendida.



5

**CONFIRMAR OPERACIÓN DEL INTERRUPTOR:**

Revise que el interruptor instalado en el equipo este arriba, en posición ON/ENCENDIDO.



6

**REALIZAR PRUEBA DE ENCENDIDO:**

**PARA ENCENDER:**  
Posicione el selector de encendido en modo MANUAL, el equipo arrancara.



**PARA APAGAR:**  
Posicione el selector de encendido en modo STOP con retardo, después de 1 minuto el equipo se apagara.



Posicione el selector de encendido en modo AUTOMATICO y la alarma que indica que no esta en automático se apagara.



**LIMPIEZA GENERAL:**

Con la ayuda de un plumero remueva el polvo de las superficies del equipo en general.

8

PARA COMUNICAR CUALQUIER HALLAZGO O ACLARACION DE DUDAS COMUNICARSE AL AREA DE MANTANIMIENTO

### Anexo 3

Hoja de instrucción para protocolo en caso de emergencia en planta de emergencia.



## Protocolo para sistema eléctrico en caso de apagón CFE

### CALIMAX FLORIDO



**1 REVISAR CONDICIONES DE LA PLANTA DE EMERGENCIA:**

- Revise el nivel de diésel. Deberá de estar arriba de 3/4.



- Abrir las puertas del cuarto de planta de emergencia para ventilar el espacio y evitar que se proteja por alta temperatura.



**2 IDENTIFICAR SI LA FALLA ES LOCAL O GENERAL:**

- Investigue si en los servicios cercanos al edificio también hay falta de suministro por CFE.
- Revise fusibles de subestación. Los tres deben de estar en la posición correcta para cerrar el circuito.



- Revise interruptor principal para confirmar que esta en posición ON/ENCENDIDO.



**3 DAR SEGUIMIENTO A FALLA:**

- Hacer reporte vía telefónica a CFE al 071. Le solicitarán la siguiente información:
  - Numero de servicio **001950705015**
  - Numero de medidor: **317DY6**
  - Nombre del servicio **Central Detallista SA CV**
 Le entregaran un numero de reporte con el que podrá monitorear la reparación.
- Monitorear interruptor de transferencia. La luz indicadora avisara cuando la energía eléctrica por parte de CFE regrese a la sucursal



**DESPUES DE HABER REVISADO ESTOS PUNTOS CUMIQUESE CON EL AREA DE MANTENIMIENTO PARA REPORTAR**



## Protocolo para sistema eléctrico en caso de apagón CFE

### CALIMAX FLORIDO



**1 ¿QUE HAGO SI NO ARRANCA LA PLANTA?:**

- Revise que el botón de paro de emergencia no este accionado. En tal caso gírelo para reestablecerlo a su posición normal.



- En caso de que la luz indicadora "not in auto" este encendida regresar la perilla a modo automático.



- Si después de estas acciones el equipo no enciende comunicarse con el área de mantenimiento.

**2 ¿QUE HAGO SI LA PLANTA ENCIENDE PERO NO RESPALDA?:**

- Revise que el breaker del equipo este en posición ON. En caso contrario regréselo manualmente.



- Revise en transfer que el voltaje de la planta de emergencia esta siendo detectado. Comuníquese con el área de mantenimiento.



**3 QUE HAGO SI YA REGRESO LA LUZ EN LOS ALREDEDORES PERO LA PLANTA NO SE APAGA?:**

- Monitorear interruptor de transferencia. La luz indicadora avisara cuando la energía eléctrica por parte de CFE regrese a la sucursal



Si ya se detecta voltaje de CFE comuníquese con el área de mantenimiento.

**DESPUES DE HABER REVISADO ESTOS PUNTOS CUMIQUESE CON EL AREA DE MANTENIMIENTO PARA REPORTAR**

## Anexo 4

Herramientas de administración visual instaladas en planta de emergencia.



## Bibliografía

- Abella, B. M. (2004). Mantenimiento industrial. *Universidad Carlos III de Madrid*.
- Alvarez, L. (2017). *Modelos de gestion*. Bogota: Areandina.
- Asensio, A. (2012). IMPLANTACIÓN TPM EN. Zaragoza, España.
- Buckingham, M. (2000). *Primero, rompa todas las reglas*. New York: Simon & Schuster.
- Cabia, D. L. (2019). Supermercados, un negocio de márgenes reducidos. *Economipedia*.
- Cáceres, M. B. (2004). Como incrementar la competitividad del negocio mediante estrategias para gerenciar el mantenimiento. *Congreso Panamericano de Ingeniería de Mantenimiento*, 3.
- David, L. C. (2019). Supermercados, un negocio de márgenes reducidos. *Economipedia*.
- Dounce, E. (2014). *La productividad en el mantenimiento industrial*. Ciudad de Mexico: Grupo editorial Patria.
- Fernandez, E. (2018). *Gestion de mantenimiento: lean maintenance y TPM*. Oviedo.
- Fernandez, M. (2014). *IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE) EN UNA EMPRESA LOCAL*. Buenos Aires.
- Garcia, S. (2012). *Ingeniería de mantenimiento*. Madrid: Renovetec.
- Hernandez, O. (2016). La auditoria interna y su alcance etico empresarial. *Redalyc*, 18.
- JIPM. (2015). *Total productive maintenance training book*.
- Julca, L. (2018). *Diseño e implementacion de un sistema de gestion del TPM para reducir los costos operativos en la linea de produccion de plataformas de la empresa fabricaciones mecanicas Carranza*. Trujillo, Peru.
- Kotler, P. (2001). *Direccion de Mercadotecnia*. Pearson.
- Martinez, L. (2007). *Organizacion y planificacion de sistemas de mantenimiento*. Caracas.
- Olarte, W. (2010). IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL DENTRO DE LOS PROCESOS DE PRODUCCION. *Scientia Et Technica*.
- Park, A. (1998). *Manual del Ingeniero de Mantenimiento*.
- Porto, J. P. (2020). *Definicion de modelo de gestion*. Obtenido de definicion.de: [www.definicion.de/modelo-de-gestion/](http://www.definicion.de/modelo-de-gestion/)
- Premiertech. (2020). LA IMPORTANCIA DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO. <https://www.ptchronos.com/es-us/blog/>.
- Roberts, J. (2013). Total Productive Maintenance (TPM). *Department of Industrial and Engineering Technology, Texas A&M University-Commerce*.
- Rodriguez, J. (2012). La importancia de un adecuado modelo de gestion y su correlacion con la estrategia, el gobierno corporativo y la gestion del cambio. *Excellentia consultores*.
- SENA. (1991). *Manual de Mantenimiento*. Santa Fe: Fedemetal.
- Suzuki, T. (1971). *TPM en industrias de proceso*. Tokyo: Japan Institute of Plant Maintenance.
- Torres, D. L. (2010). *Mantenimiento su Implementacion y Gestion*. Argentina: Universitas.
- Viveros, P. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*.

