



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Artes Gestión Industrial

**ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO
PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA INDUSTRIA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE MATERIAL FLEXIBLE PARA EMPAQUES**

Inga. Cristy Anahí Barrios Hernández

Asesorado por el Mtro. Ing. Edwin Manolo Tock Amézquita

Guatemala, agosto de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO
PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA INDUSTRIA DEDICADA A LA
FABRICACIÓN DE MATERIAL FLEXIBLE PARA EMPAQUES**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA ESCUELA DE ESTUDIOS DE
POSTGRADO DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

INGA. CRISTY ANAHÍ BARRIOS HERNÁNDEZ

ASESORADO POR EL MTRO. ING. EDWIN MANOLO TOCK AMÉZQUITA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRA EN ARTES DE GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



HONORABLE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

JURADO EVALUADOR QUE PRACTICÓ EL EXAMEN DE DEFENSA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADORA	Dra. Aura Marina Rodríguez Pérez de Peña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA INDUSTRIA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE MATERIAL FLEXIBLE PARA EMPAQUES

Tema aprobado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, con fecha 4 de junio de 2019.

Inga. Cristy Anahí Barrios Hernández

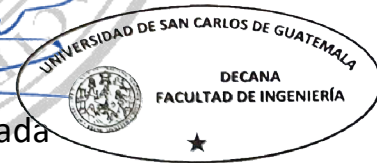
DTG. 354.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA INDUSTRIA DEDICADA A LA FABRICACIÓN DE MATERIAL FLEXIBLE PARA EMPAQUES**, presentado por la Ingeniera **Cristy Anahí Barrios Hernández**, estudiante del programa de **Maestría en Gestión Industrial**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, agosto de 2021

AACE/cc



Guatemala, Agosto de 2021

EEPFI-0881-2021

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **“ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA INDUSTRIA DEDICADA A LA FABRICACIÓN MATERIAL FLEXIBLE PARA EMPAQUES”** presentado por la Ingeniera **Cristy Anahí Barrios Hernández** quien se identifica con carné **201314536** correspondiente al programa de **Maestría en Artes en Gestión Industrial** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Guatemala, Agosto de 2021

EEPFI-0880-2021

Como Coordinador de la **Maestría en Artes en Gestión Industrial** doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA INDUSTRIA DEDICADA A LA FABRICACIÓN MATERIAL FLEXIBLE PARA EMPAQUES”** presentado por la Ingeniera **Cristy Anahí Barrios Hernández** quien se identifica con carné **201314536**.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Guatemala, Julio 2021

EEPFI-0882-2021

En mi calidad como Asesor de la Ingeniera **Cristy Anahí Barrios Hernández** quien se identifica con número de carné **201314536** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **“ADAPTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO COMPUTARIZADO PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA INDUSTRIA DEDICADA A LA FABRICACIÓN MATERIAL FLEXIBLE PARA EMPAQUES”** quien se encuentra en el programa de **Maestría en Gestión Industrial** en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Edwin Manolo Tock Amézquita
Ingeniero Mecánico Industrial
Colegiado No. 9742


MSc. Edwin Manolo Tock Amézquita

Asesor

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación académica y profesional, cuidarme, bendecirme todos los días, guiar mi camino y regalarme la vida eterna.

Mi esposo

Oscar Zamora. Por su protección, cuidado, atención y esmero para nuestra familia, por brindarme su apoyo incondicional y llenar mi vida de amor y felicidad, espero que todos tus sueños se hagan realidad.

Mi hija

Adrianita Zamora. Eres mi mayor motivación y te amo con todas mis fuerzas, espero ser un buen ejemplo para ti, verte crecer y triunfar en la vida.

Mis padres

Herman Barrios e Hilda Hernández. Por toda su comprensión, paciencia, protección y esfuerzo, son lo que más admiro y respeto, los amo con todo mi corazón son mi mayor ejemplo de lucha.

Mi hermana

Paola Barrios. Porque me ha brindado su apoyo, amistad y cariño incondicional, porque hemos compartido juntas buenos y malos momentos, que Dios la bendiga siempre.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el centro de enseñanza que inculco en mi responsabilidad, trabajo y perseverancia, a la que siempre estaré orgullosa de pertenecer.
Escuela de Estudios de Postgrados	Por brindarme las herramientas para mi formación profesional y académica, estaré eternamente agradecida.
Mtro. Ing. Manolo Tock	Por toda su ayuda desinteresada, apoyo incondicional y vocación de servicio, siempre estaré agradecida.
Dra. Aura Marina Rodríguez	Siempre estaré agradecida por su valiosa disposición e importante ayuda al corregir mi trabajo de graduación

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS ORIENTADORAS	XV
OBJETIVOS	XIX
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XXI
INTRODUCCIÓN	XXV
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Mantenimiento.....	1
1.1.1. Objetivo del mantenimiento	2
1.2. Tipos de mantenimiento.....	2
1.2.1. Mantenimiento de conservación	3
1.2.1.1. Mantenimiento correctivo	3
1.2.1.2. Mantenimiento preventivo	4
1.2.1.2.1. Mantenimiento predictivo.....	5
1.2.1.2.2. Mantenimiento proactivo	6
1.2.2. Mantenimiento de actualización	7
1.3. Tipos de mantenimiento según la posibilidad de programación	7
1.3.1. Mantenimiento planificado	7
1.3.2. Mantenimiento no planificado	8

1.4.	Sistema de gestión	8
1.4.1.	Ventajas de un sistema de gestión	9
1.5.	Gestión de mantenimiento.....	10
1.5.1.	Planificación de recursos empresariales (ERP).....	11
1.5.1.1.	Gestión de mantenimiento asistido por un computador (GMAC).....	12
1.5.2.	Modelo de gestión de mantenimiento	12
1.5.2.1.	Mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC).....	13
1.5.2.2.	Mantenimiento productivo total (TPM)	14
1.5.3.	Medición del mantenimiento.....	15
1.5.3.1.	Indicadores de gestión para mantenimiento.....	15
1.6.	Productividad	16
1.6.1.	Productividad total de los factores (PTF)	17
1.7.	Eficiencia.....	18
1.8.	Plástico.....	19
1.8.1.	Clasificación de los plásticos.....	20
1.8.2.	Tipos de plásticos	21
1.8.2.1.	Polipropileno (PP)	21
1.8.2.2.	Polietileno (PE).....	21
1.9.	Material flexible	23
1.10.	Métodos para la recolección de datos.....	24
1.10.1.	Exploratorio.....	24
1.10.2.	Descriptivo	24
1.11.	Técnicas para la recolección de datos	25
1.11.1.	Registros.....	25
1.11.2.	Encuestas	25

1.12.	Herramientas para el análisis de causa raíz	26
1.12.1.	Técnica de los cinco porqués	26
1.12.2.	Técnica de las 5W y 1H.....	27
2.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	29
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	33
3.1.	Se realizó un diagnóstico situacional de la gestión para adaptar adecuadamente el sistema de mantenimiento computarizado.....	33
3.1.1.	Aspectos generales	33
3.1.2.	Análisis muestral.....	34
3.1.3.	Estructura organizacional	36
3.1.4.	Maquinaria	39
3.1.5.	Mantenimiento	42
3.1.6.	Ejecución presupuestaria	60
3.1.7.	Medición.....	62
3.1.8.	Análisis de datos.....	65
3.1.9.	Documentación técnica	66
3.2.	Se describieron los lineamientos para la apropiada gestión del sistema de mantenimiento computarizado.	68
3.2.1.	Gestión del recurso humano	69
3.2.2.	Gestión de activos	74
3.2.3.	Gestión de mantenimiento.....	77
3.2.3.1.	Gestión del mantenimiento correctivo..	78
3.2.3.2.	Gestión del mantenimiento preventivo	89
3.2.3.3.	Gestión del mantenimiento predictivo ..	96
3.2.4.	Gestión de medición	97

3.2.5.	Gestión efectiva de repuestos	102
3.2.6.	Gestión de la información del fabricante	105
3.2.7.	Gestión de herramientas	107
3.3.	Se identificaron los recursos necesarios para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente.	109
3.3.1.	Recursos humanos.....	109
3.3.2.	Recursos materiales	109
3.3.3.	Recursos tecnológicos	109
3.3.4.	Recursos financieros	110
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	111
	CONCLUSIONES.....	113
	RECOMENDACIONES	115
	REFERENCIAS	117
	APÉNDICES.....	123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Polietileno de baja densidad (LDPE).....	22
2.	Polietileno de alta densidad (HDPE)	23
3.	Estructura organizacional	37
4.	Total de encuestados en el entorno interno del departamento de mantenimiento	43
5.	Total de encuestados en el entorno externo del departamento de mantenimiento	44
6.	Satisfacción respecto al trabajo que realiza dentro del departamento de mantenimiento	45
7.	Satisfacción respecto al servicio que brinda el departamento de mantenimiento	46
8.	El equipo de trabajo está bien organizado y es eficaz para brindar un servicio de calidad	47
9.	El servicio del personal de mantenimiento es rápido y eficaz para dar una solución a los problemas	48
10.	La atención que brinda el personal de mantenimiento es de cortesía, cooperación y colaboración	49
11.	El flujo de comunicación e información en el equipo de trabajo es rápido y adecuado	50
12.	Los programas de inducción y capacitación son los adecuados para su desenvolvimiento dentro de su puesto de trabajo	51
13.	Considera que tiene las herramientas adecuadas y el equipo necesario para desempeñar sus labores diarias.....	52

14.	Considera que la calidad de sus herramientas y equipos es la adecuada	53
15.	Grado de confiabilidad en la reparación de las fallas o averías que presentan las máquinas.....	54
16.	Considera que después de haber realizado un mantenimiento preventivo disminuye la recurrencia de fallas o averías en la maquinaria	55
17.	Recurrencia de fallas o averías en la maquinaria después de haber realizado un mantenimiento preventivo.....	56
18.	El tiempo que se demora para dar una solución ante las fallas o averías que se presentan en las máquinas es el necesario	57
19.	Tiempo de intervención en la maquinaria para dar solución a las fallas o averías es el adecuado	58
20.	El seguimiento a las reparaciones programadas y el servicio de los proveedores externos es eficaz.....	59
21.	Es eficaz el seguimiento a las reparaciones programadas.....	60
22.	El abastecimiento en la bodega de repuestos y suministros es la cantidad óptima	61
23.	La información técnica que brinda el fabricante está al alcance y se puede obtener de forma fácil y ordenada.....	68

TABLAS

I.	Descripción analítica de puestos administrativos.....	38
II.	Descripción analítica de puestos técnicos.....	38
III.	Clasificación de la maquinaria	39
IV.	Cantidad de máquinas.....	40
V.	Capacidad de producción	41
VI.	Promedio de producción anual	42
VII.	Desperdicio de producción anual	42
VIII.	Promedio anual de ejecución presupuestaria	62
IX.	Promedio anual de tiempo por fallas técnicas.....	63
X.	Promedio anual del número de fallas técnicas.....	63
XI.	Promedio anual de interrupción de la producción por falla técnica.....	64
XII.	Promedio anual de tiempo promedio entre fallas	64
XIII.	Promedio anual de tiempo medio para reparar	65
XIV.	Gestión de recurso humano	70
XV.	Gestión de usuarios.....	72
XVI.	Gestión de activos	74
XVII.	Gestión del mantenimiento correctivo, usuario solicitante	79
XVIII.	Gestión del mantenimiento correctivo, usuario jefe	80
XIX.	Gestión del mantenimiento correctivo, usuario técnico.....	84
XX.	Gestión del mantenimiento correctivo, usuario supervisor	86
XXI.	Gestión del mantenimiento correctivo, usuario jefe	88
XXII.	Gestión del mantenimiento preventivo, usuario administrador	90
XXIII.	Gestión de medición	97
XXIV.	Gestión efectiva de repuestos	102
XXV.	Gestión de la información del fabricante	105
XXVI.	Gestión de herramientas	107

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$Z_{\frac{\alpha}{2}}$	Constante que depende del nivel de confianza
e	Error de estimación
%	Porcentaje
q	Probabilidad de que no ocurra el suceso
p	Probabilidad de que ocurra el suceso
Q	Quetzal
n	Tamaño de la muestra
N	Tamaño de la población

GLOSARIO

Análisis de fallas	Consiste en examinar una pieza, su diseño, los métodos de fabricación, el material elegido, las condiciones de operación y las causas de las fallas.
Calidad de servicio	Es el grado de satisfacción que se logra dar a una necesidad mediante la prestación de un servicio.
Confiabilidad	Es la confianza que se tiene de que un componente, equipo o sistema desempeñe una función básica, durante un período de tiempo preestablecido, bajo condiciones estándares de operación.
Disponibilidad	Es una medida de que tan frecuente el sistema está bien y listo para operar satisfactoriamente para un tiempo dado después de que un componente sufrió mantenimiento.
Eficiencia	Es la capacidad de lograr un fin, utilizando los recursos racionalmente y de la mejor manera posible.
Fallas	Es la causa u evento que conlleva a la finalización de la capacidad de un equipo para realizar su función adecuadamente o para dejar de realizarla en su totalidad.

Mejora continua	Es un enfoque para la mejora de procesos operativos que se basa en la necesidad de revisar continuamente los problemas en las operaciones, la reducción de costos oportunidad y los diferentes factores que en conjunto permiten la optimización.
Planificación	Consiste en desarrollar una estrategia general para establecer objetivos a cumplir.
Prevención	Medida que se toma de manera anticipada para evitar que suceda una cosa considerada negativa.
Proceso	Es una secuencia de pasos o flujo de actividades necesarias para lograr algún resultado específico.
Programación	Es el proceso para determinar de manera organizada los tiempos y fechas para el alcance de las metas específicas.
Reparación	Es la actividad que en general consiste en corregir defectos, sustituir partes o piezas del sistema o equipos que han cesado de ejecutar su función principal.
Toma de decisiones	Proceso que consiste en realizar una elección entre diversas alternativas.

RESUMEN

El propósito de la investigación es demostrar que, con un adecuado sistema de gestión de mantenimiento computarizado, se reducen los tiempos por paros no programados, la cantidad de fallas y el costo del mantenimiento en las máquinas, de esta manera, se logra un incremento en la productividad de la industria en donde se espera que sea más competitiva en el mercado para atraer a nuevos clientes.

El objetivo general es adaptar un sistema de gestión de mantenimiento computarizado con el fin de aumentar la productividad en una industria dedicada a la fabricación de material flexible para empaques, en donde se consideraron como factores importantes realizar un diagnóstico situacional, describir los lineamientos para la apropiada gestión e identificar los recursos necesarios para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente.

El problema que se enfrentó en este estudio es que el sistema computarizado se adquirió con el propósito de gestionar y controlar la información en el departamento, pero no se utiliza ni aprovecha y se necesita transformar la información física en digital para mejorar el acceso y la obtención de esta, contribuir con el medio ambiente a través una disminución en el consumo de papel, eliminar los espacios de soporte físicos de información y facilitar la gestión de la información.

La metodología que se utilizó para cumplir con los objetivos se desarrolló por medio de fases planteando un marco teórico, el cual hace referencia a

mantenimiento y a la industria de plásticos flexibles para empaques, un diagnóstico situacional para adaptar adecuadamente el sistema, la descripción de los lineamientos para la apropiada gestión y la identificación de recursos necesarios para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente.

Se obtuvo, como mayor beneficio, la reducción de tiempo por paros no programados y la cantidad de fallas en las máquinas, reduciendo el costo del mantenimiento en repuestos y servicios externos para incrementar la productividad, dentro de los aportes obtenidos se aumentó la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de la maquinaria, hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiriera con el plan de producción.

En conclusión, se adaptó un sistema de gestión de mantenimiento computarizado que mejoró los tiempos por paros no programados y la cantidad de fallas en las máquinas, aumentando la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia para la producción, reduciendo el costo de mantenimiento y logrando un incremento en la productividad de la industria.

Se recomienda adaptar un sistema de gestión computarizado en el departamento de mantenimiento para aumentar la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de la maquinaria para la producción y disminuir los costos del mantenimiento.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTAS ORIENTADORAS

La empresa inició sus actividades con la idea de ofrecer al mercado una nueva alternativa en la fabricación de empaques flexibles a través del polímero polietileno de alta y baja densidad, que mediante su transformación física se puede obtener un bajo precio y simplicidad en su fabricación por lo que ofrecen la tecnología más reciente, tanto en materiales como en maquinaria. Desde su fundación pasó de tener una capacidad de producción de 40 toneladas a más de 2,300 por mes, dicho crecimiento se debe a que la empresa ha sobresalido en servicio, precio y calidad.

El departamento de mantenimiento se encarga de velar por el buen funcionamiento de la maquinaria y que estos operen de acuerdo con su capacidad, se considera que realizando un diagnóstico situacional y escribiendo los lineamientos para la apropiada gestión del sistema de mantenimiento computarizado e identificando los recursos necesarios, son factores importantes para que el sistema de gestión de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente.

En dicho departamento no se establece la reducción de tiempos de paros no programados y la cantidad de fallas técnicas en las máquinas, debido a esto no se tiene un incremento en el porcentaje de cumplimiento de la producción y tampoco se lleva un control del porcentaje de ejecución presupuestaria por lo que no se puede reducir el costo de mantenimiento a la maquinaria instalada en cada una de áreas productivas.

En la maquinaria no se realiza un análisis que permita determinar la causa raíz de las fallas técnicas y las nuevas inversiones, lo que por consecuencia genera la falta de un histórico de servicios realizados, un control de ejecución presupuestaria de mantenimiento, las horas hombre invertidas en mantenimiento, evaluación de los servicios externos en cada máquina y no se tiene mejora continua.

Formulación del problema

- Pregunta central

¿Adaptar un sistema de gestión de mantenimiento computarizado aumentará la productividad en una industria dedicada a la fabricación de material flexible para empaques?

- Preguntas auxiliares

- ¿Realizar un diagnóstico situacional de la gestión servirá para adaptar adecuadamente el sistema de mantenimiento computarizado?
- ¿Cuáles serán los lineamientos para una apropiada gestión del sistema de mantenimiento computarizado?
- ¿Qué recursos son los necesarios para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente?

La delimitación del problema se llevó a cabo en una industria dedicada a la fabricación de material flexible para empaques, durante el desarrollo fue limitado

el uso del nombre de la empresa y otorgados algunos permisos como el acceso a información que aporte a la investigación. Dicha investigación fue realizada en un plazo no mayor a un año y aplica únicamente para el área de mantenimiento y producción.

- Alcance de tiempo: el estudio se enmarco en el período de los meses de octubre 2018 a septiembre 2019.
- Alcance de espacio: área de mantenimiento y producción.
- Alcance metodológico: el análisis del estudio fue descriptivo, dado a que se realizó un diagnóstico situacional mediante la recolección de la información disponible y una revisión documental en el departamento de mantenimiento, además de la obtención de la percepción del entorno a través del despliegue de encuestas.
- Exploración del problema: se describieron los lineamientos para la apropiada gestión del sistema de mantenimiento computarizado y se identificaron los recursos necesarios para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente.
- Aplicabilidad de los resultados: son válidos para el área de mantenimiento y producción.

La viabilidad de la adaptación de un sistema de gestión computarizado en el departamento de mantenimiento se orientó a incrementar la productividad en las diferentes áreas de producción en función de garantizar que la maquinaria esté disponible, sea confiable y eficiente, disminuyendo el tiempo y recurrencia

de paros no programados por fallas técnicas, en una industria dedicada a la fabricación de material flexible para empaques.

La consecuencia adaptar un sistema de gestión computarizado en el departamento de mantenimiento, es demostrar la mejora continua a través del cumplimiento de indicadores establecidos, reducir el tiempo y la recurrencia de paros no programados por fallas técnicas en la maquinaria e incrementar la productividad en la industria en donde se espera que sea más competitiva en el mercado para atraer a nuevos clientes.

La consecuencia de no adaptar de un sistema de gestión de mantenimiento computarizado puede generar paros no programados que demoren la producción lo que se traduce como retrasos en la entrega de los pedidos al cliente final, ya que si una máquina deja de producir por causa de una falla técnica y no se gestione una pronta reparación provoca un aumento en los costos de producción y al no tener una adecuada adaptación del sistema de gestión de mantenimiento computarizado no se logrará la mejora.

OBJETIVOS

General

Adaptar un sistema de gestión de mantenimiento computarizado para aumentar la productividad de una industria dedicada a la fabricación de material flexible para empaques.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico situacional de la gestión para adaptar adecuadamente el sistema de mantenimiento computarizado.
2. Describir los lineamientos para la apropiada gestión del sistema de mantenimiento computarizado.
3. Identificar los recursos necesarios para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

En el enfoque de la investigación se combinaron componentes y características cuantitativas y cualitativas, por ello se clasificó como mixto porque se aplicaron y manejaron datos numéricos. De igual manera, fue útil la observación directa, una revisión documental y la información disponible en el entorno de análisis.

El enfoque es cuantitativo porque se utilizó un plan de muestreo para identificar la muestra a medir en el entorno interno y externo de la investigación, cualitativo porque se realizó una revisión documental de la información disponible en el mismo para el diagnóstico situacional.

La presente investigación es no experimental porque no se utilizaron ensayos de laboratorio para determinar información de utilidad en la investigación planteada y tampoco se manipularon variables en laboratorio. El tipo de estudio es descriptivo, porque se obtuvo información detallada respecto al proceso de mantenimiento en la maquinaria.

El alcance metodológico es descriptivo, dado a que se realizó un diagnóstico situacional mediante la recolección de la información disponible y una revisión documental en el departamento de mantenimiento, además de la obtención de la percepción del entorno a través del despliegue de encuestas.

La perspectiva de la investigación se centró específicamente en las posiciones de los cuatro primeros niveles organizacionales, debido que la

principal preocupación de la empresa es garantizar un sistema de gestión de mantenimiento computarizado.

Para la determinación de la información necesaria se utilizó el método científico en fases:

- Indagadora: mediante la recolección de la información disponible y una revisión documental en el departamento de mantenimiento, se obtuvo información que permitió realizar el diagnóstico situacional, además de la obtención de la percepción del entorno a través del despliegue de encuestas.
- Demostrativa: se describieron los lineamientos para la apropiada gestión del sistema y se identificaron los recursos necesarios para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente.
- Expositiva: por medio de la presentación del informe final detallando los resultados obtenidos, la redacción de las conclusiones y recomendaciones.

Las variables e indicadores están determinados de la siguiente manera:

- Variables independientes
 - Número máquinas instaladas y su capacidad.
 - Personal contratado en planilla y con turnos rotativos.
- Variables dependientes
 - Número paros programados, no programados y su porcentaje.
 - Horas empleadas en mantenimiento.

- Repuestos utilizados por máquina.
- Presupuesto de mantenimiento.

El plan de muestreo se conformó por medio de la obtención de población y la muestra, en donde se obtuvieron 62 muestras para el despliegue de las encuestas, dichas que fueron elaboradas con el fin de obtener, organizar y presentar datos que fueron necesarios para la investigación.

Las encuestas tuvieron como objetivo evaluar el grado de satisfacción respecto al servicio que brinda el departamento de mantenimiento en las diferentes áreas productivas y el grado de satisfacción laboral de los colaboradores que pertenece a dicho departamento, con el fin de adaptar adecuadamente un sistema de mantenimiento computarizado.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de investigación es una sistematización ya que aborda la adaptación de un sistema de gestión en mantenimiento computarizado con el fin de aumentar la productividad mediante un diagnóstico situacional para adaptar adecuadamente el sistema, la descripción de los lineamientos para la apropiada gestión y la identificación de los recursos necesarios para que el sistema de mantenimiento se ejecute correctamente.

En el estudio se enfrentó el problema relacionado con que el sistema computarizado se adquirió para gestionar y controlar la información en el departamento, pero no se utiliza ni aprovecha y se necesita transformar la información física en digital para mejorar el acceso y la obtención de esta, contribuir con el medio ambiente a través una disminución en el consumo de papel, eliminar los espacios de soporte físicos de información y facilitar la gestión de la información.

La importancia de solución al problema es vital para la empresa, dado a que se espera que las máquinas produzcan de acuerdo con su capacidad y obtener la causa raíz de las fallas técnicas y las nuevas inversiones a la maquinaria, un histórico de servicios realizados, las horas hombre invertidas y una evaluación de los servicios externos en cada máquina para alcanzar la mejora continua.

Los resultados principales fueron la mejora de tiempos por paros no programados y la cantidad de fallas en las máquinas, se mejoró el porcentaje de cumplimiento de la producción y un control del porcentaje de ejecución

presupuestaria, logrando la reducción del costo de mantenimiento y un incremento en la productividad de la industria.

El mayor beneficio que se obtuvo fue la reducción de tiempo por paros no programados y la cantidad de fallas en las máquinas, reduciendo el costo del mantenimiento en repuestos y servicios externos, dentro de los aportes obtenidos se aumentó la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de la maquinaria, hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiriera con el plan de producción.

En el esquema de solución se analizó el diagnóstico situacional del departamento mediante una revisión documental de los registros contenidos en el mismo y la percepción del entorno para adaptar adecuadamente el sistema, se describieron los lineamientos para la apropiada gestión y se identificaron los recursos necesarios para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente.

En el capítulo uno, se describe el marco teórico el cual hace referencia a mantenimiento, los tipos de mantenimiento, la gestión del mantenimiento asistido por un computador, la productividad y la industria de plásticos flexibles para empaques.

En el capítulo dos, se realizó el desarrollo de la investigación por medio de una síntesis de los resultados obtenidos, de acuerdo con los objetivos establecidos.

En el capítulo tres, se presentaron los resultados de la investigación realizando un diagnóstico situacional mediante del despliegue de encuestas con una confiabilidad en los datos de un 95 %, la descripción de los lineamientos

mediante módulos que interactúan entre sí y la identificación de los recursos necesarios para que el sistema se ejecute correctamente.

En el capítulo cuatro, se discutieron los resultados de la investigación de acuerdo con un análisis interno describiendo las oportunidades y dificultades en estudio y un análisis externo comparando los logros obtenidos contra los antecedentes.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Mantenimiento

Según la Real Academia Española (2018) se define mantenimiento como: “1) Acción y efecto de mantener o mantenerse. 2) Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, entre otros., puedan seguir funcionando adecuadamente” (párr. 1).

La actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada. Cualquier clase de trabajo hecho en sistemas, subsistemas, equipos, máquinas, entre otros, para que estos continúen o regresen a proporcionar el servicio con la calidad esperada, son trabajos de mantenimiento, pues están ejecutados con ese fin. (Gaytán, 2000, p.2)

Otra definición de mantenimiento se expone como: “el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones industriales en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento” (García, 2012, p.1).

De acuerdo con lo expuesto, mantenimiento es el conjunto de acciones técnicas y administrativas que tienen como fin conservar o reparar las condiciones físicas de la maquinaria o de los equipos, para que estos cumplan con las funciones establecidas, además cabe mencionar que el mantenimiento busca mantener la más alta disponibilidad y eficiencia con el máximo rendimiento de la maquinaria y de los equipos.

1.1.1. Objetivo del mantenimiento

Los objetivos de mantenimiento “deben ser manejados bajo criterios económicos con el fin de reducir los costos generales de producción, sugiriendo mejoras en la maquinaria para disminuir las posibilidades de falla o avería” (Salazar, s.f., p.2).

En el mantenimiento se debe cumplir con la disponibilidad y la fiabilidad, asegurar una larga vida útil a los equipos que se les brinde reparación y conseguir todo aquello ajustado al presupuesto dado, el objetivo más importante de mantenimiento es asegurar que la maquinaria estará en disposición de producir el máximo de horas al año. (Gaytán, 2000, p.2)

Los principales objetivos se pueden establecer son, reducir al mínimo los costes directos e indirectos debido a los paros por averías en la maquinaria que comparten pérdidas de producción o desperdicios, minimizar el deterioro de la maquinaria y maximizar el ciclo de vida útil en los activos. (García, 2012, p.1)

Entonces el objetivo principal del mantenimiento es mantener un mínimo coste y el máximo tiempo de disponibilidad de la maquinaria para producir en óptimas condiciones, mantenimiento la capacidad de producción de los quipos con el fin de lograr la mayor productividad, calidad en el producto y seguridad de funcionamiento.

1.2. Tipos de mantenimiento

A continuación, se describen los tipos de mantenimiento.

1.2.1. Mantenimiento de conservación

Está destinado a compensar el deterioro de máquinas que han sufrido por uso, de acuerdo con las condiciones físicas y químicas o al tipo de desgaste que están sometidas, en el mantenimiento de conservación pueden diferenciarse en mantenimiento correctivo y preventivo. (Rey, 2001, p.45)

1.2.1.1. Mantenimiento correctivo

Se entiende por mantenimiento correctivo a la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa cuando a consecuencia de una falla han dejado de proporcionar la calidad de servicio esperada. Este tipo se divide en dos ramas, mantenimiento correctivo contingente y mantenimiento correctivo programable, según Gaytán (2000):

- Mantenimiento correctivo contingente, se refiere a las actividades técnicas que se realizan de una forma inmediata o emergente.
- Mantenimiento correctivo programable, se refiere a las actividades que, por cuestiones económicas, disponibilidad de la maquinaria o de los equipos, escasa mano de obra u otra razón válida se programan posteriormente para su solución. (p.10)

Mientras que, para García (2012) el mantenimiento correctivo es: “el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en la maquinaria y en los equipos, estos deben ser reportados al departamento de mantenimiento por los usuarios de estos, para que se procedan a solventar” (p.1).

Se conoce como mantenimiento correctivo a la intervención técnica en la maquinaria o en los equipos cuando ocurren fallas o averías imprevistas, producidas por posibles errores, deterioro de piezas o negligencias del personal que utiliza los equipos, por falta de preparación, instrucciones, formación, entre otros. (Rey, 2001, p.45)

Con base en las definiciones anteriores se afirma que mantenimiento correctivo es la solución inmediata o programada de las fallas o averías cuando éstas se presentan en la maquinaria o en los equipos. Es el tipo de reparación que al haber ocurrido una falla o avería causó el paro no programado que afecta directamente a la producción.

1.2.1.2. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo se define como el conjunto de actividades en donde se realizan reparaciones o inspecciones de forma planificada, antes que los desgastes puedan producir fallas o averías, de acuerdo con Rey (2001):

- Mantenimiento predeterminado, es cíclico y sin previa investigación de la condición.
- Mantenimiento basado en condición, está basada en un diagnóstico previo a la maquinaria para fijar una estrategia con base en resultados. (p.45)

Además, el mantenimiento preventivo es el tipo de mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en la maquinaria y de los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. [...] Suele tener un carácter sistemático, es decir,

se interviene, aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema. (Gaytán, 2000, p.3)

Según Salazar (s.f.) el mantenimiento preventivo se define como: “la actividad humana desarrollada en los recursos físicos de una empresa, con el fin de garantizar que la calidad de servicio que estos proporcionan continúe dentro de los límites establecidos” (p.15).

Entonces, el mantenimiento preventivo se lleva a cabo por medio de actividades previamente establecidas acorde a las necesidades de conservación y mantenimiento de los equipos e inspecciones periódicas con una planificación programada de acuerdo con las horas de trabajo de las máquinas o equipos para evitar desgaste de piezas, fallas o averías futuras.

1.2.1.2.1. Mantenimiento predictivo

Según Gaytán (2000) el mantenimiento predictivo “se define como un sistema permanente de diagnóstico que permite detectar con anticipación la posible pérdida de calidad de servicio que esté entregando un equipo” (p.32).

Otro concepto de mantenimiento predictivo “consiste en un conjunto de técnicas y métodos que, aplicados sobre la maquinaria y los equipos, permiten conocer su estado para intervenir con anterioridad a que puedan producirse fallas o averías” (Rey, 2001, p.43).

Asimismo, el mantenimiento predictivo es el que persigue conocer e informar permanentemente el estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este

mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, entre otros.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. (Gaytán, 2000, p.3)

Por lo anterior, mantenimiento predictivo es una serie de acciones, rutinas y mediciones técnicas que se aplican con el objetivo de detectar y analizar posibles fallas o defectos en la maquinaria o en los equipos por medio de mediciones y monitoreo con el fin de evitarlos antes de que sucedan.

1.2.1.2.2. Mantenimiento proactivo

Cuando se habla de mantenimiento proactivo “las acciones se basan en la identificación y en la corrección de las causas que originan los fallos en los equipos” (Rey, 2001, p.46).

Otro concepto de mantenimiento proactivo es una técnica dirigida fundamentalmente a la detección y corrección de las causas que generan el desgaste y que ocasionan la falla de la maquinaria, una vez que se identifican las causas que ocasionan el desgaste no se debe permitir que continúen presentes en la maquinaria, ya que al hacerlo su vida útil y desempeño se verán reducidos. (García, 2012, p.1)

Además, el mantenimiento proactivo “es una táctica de mantenimiento cuyo objetivo es identificar y eliminar las raíces de las fallas en los equipos, no se centra en los efectos del problema, por el contrario, va directo a la causa raíz” (Gaytán, 2000, p.4).

Por lo anterior, se afirma que mantenimiento proactivo es una herramienta para extender la vida útil de los equipos, a través del análisis causa raíz de las fallas que se presentan en la maquinaria, integrando la recurrencia o cantidad de eventos que ocurren en determinado tiempo.

1.2.2. Mantenimiento de actualización

“Tiene como propósito compensar la obsolescencia tecnológica o las nuevas exigencias que en el momento de construcción no existían o no fueron tenidas en cuenta pero que en la actualidad si deben serlo” (Rey, 2001, p.45).

1.3. Tipos de mantenimiento según la posibilidad de programación

A continuación, se describen los tipos de mantenimiento según la posibilidad de programación.

1.3.1. Mantenimiento planificado

“Lo ideal es que todo el mantenimiento sea planificado, de esa forma aumentará la seguridad de los trabajadores y no se pondrá en riesgo la continuidad de la producción” (Gaytán, 2000, p.2).

“Es el conjunto de distintas actividades programadas con el fin de llevar a cabo un desempeño productivo para la maquinaria, el objetivo de estas actividades es que no tengan ningún tipo de averías, defectos o despilfarros” (Salazar, s.f., p.2).

“El mantenimiento planificado engloba tres grandes formas de mantenimiento, basado en el tiempo, basado en condiciones y basado en

averías, la combinación de estas da como resultado el mantenimiento planificado efectivo” (Rey, 2001, p.45).

1.3.2. Mantenimiento no planificado

“Los mantenimientos no planificados son aquellos que se tienen que hacer de emergencia porque la maquinaria falla o presenta una avería y esto puede acarrear problemas de distinta índole” (Salazar, s.f., p.2).

“Surge cuando no lo planeamos y se presenta una avería imprevista, por lo general se procede a repararla en el menor tiempo posible para que la maquinaria siga funcionando normalmente sin generar desperdicios” (Rey, 2001, p.45).

“Es el tipo de mantenimiento representado en el mantenimiento correctivo contingente, se refiere a las actividades técnicas que se realizan de una forma inmediata o emergente” (Gaytán, 2000, p.2).

1.4. Sistema de gestión

“Los sistemas de gestión son programas diseñados para manejar las políticas y los procedimientos de una organización de manera eficaz, este mecanismo de gestión documenta cada uno de los procesos de la empresa” (Miranda, s.f., párr.15).

“El fin de implementar un sistema de gestión es unificar la operación de todas las áreas del negocio para alinearlos con los objetivos de la empresa, esto da la garantía de direccionar tu negocio más fácil y eficazmente” (Rodríguez, 2008, p.2).

“Un sistema de gestión es una metodología que debe mejorar continuamente la eficacia y eficiencia del desempeño de la organización, de modo que gestionar una organización incluye gestionar la calidad entre otras disciplinas de gestión” (Bustamante, s.f., p.1).

Por lo anterior, se afirma que un sistema de gestión es una herramienta que permite optimizar recursos, reducir costes y mejorar la productividad de una empresa.

1.4.1. Ventajas de un sistema de gestión

A continuación, se describen las ventajas de implementar un sistema de gestión:

- Ahorro de esfuerzo y costos.
- Aumento en el grado de satisfacción.
- Mejora el clima organizacional.
- Mejora en el clima organizacional.
- Correcta utilización de recursos tangibles e intangibles.
- Mejor desempeño financiero.
- Conocimiento detallado de la información en tiempo real.
- Disminución en el tiempo de respuesta.
- Sincronización de los propósitos de cada área con la visión de la empresa. (Bustamante, s.f., párr.1)

“Las ventajas de un sistema de gestión se ven reflejadas en los resultados de la implementación a mediano y largo plazo, debido a que promueven el cumplimiento de normas y estándares en una organización” (Bustamante, s.f., párr. 2).

1.5. Gestión de mantenimiento

“Es esencial para garantizar la continuidad de la actividad productiva, comprende todo un sistema organizativo orientado a la administración y canalización adecuada de los recursos asignados al departamento de mantenimiento en una empresa” (Bustamante, s.f., párr. 3).

Según Rodríguez (2008) “la gestión del mantenimiento surge de todas aquellas actividades, diseño, planificación y control destinados a minimizar todos los costos asociados al mal funcionamiento de la maquinaria y de los equipos” (p.2).

La gestión del mantenimiento busca alcanzar los siguientes objetivos, optimización de la disponibilidad del equipo productivo, disminución de los costos de mantenimiento, optimización de los recursos humanos, maximización de la vida de la máquina y se beneficia de las órdenes de trabajo debido que estas son el punto de partida de todos los análisis de ingeniería del mantenimiento, con el fin de evitar rupturas en los procesos productivos. (Miranda, s.f., párr.16)

Entonces, se afirma que gestión de mantenimiento es el conjunto de acciones estratégicas que tienen como fin organizar, controlar y dirigir un plan de mantenimiento productivo.

1.5.1. Planificación de recursos empresariales (ERP)

Según Dávila (2015) un sistema de planificación de recursos empresariales, también conocido como: (*Enterprise Resource Planning*) por sus siglas en inglés ERP, son sistemas de gestión de información que automatizan muchas de las prácticas de negocio asociadas con los aspectos operativos o productivos de una empresa. (p.1)

Otra definición de los sistemas ERP dice que es un conjunto de sistemas de información que permite la integración de ciertas operaciones de una empresa, especialmente las que tienen que ver con producción, logística e inventario, el propósito de un software ERP es dar tiempos rápidos de respuesta a los problemas, así como un eficiente manejo de información que permita la toma de decisiones y minimizar los costes. (Monreal, 2017, p.4)

“Los principales objetivos de los sistemas ERP son la optimización de los procesos empresariales, el acceso a la información, la posibilidad de compartir información entre todos los componentes de la organización y la eliminación de datos y operaciones innecesarias” (López, 2015, p.10).

Entonces podemos decir que los sistemas ERP se ajustan a todo tipo de empresa mediante la utilización de un software y ayuda principalmente con la gestión de la información, para automatizar procesos y dar soporte en la toma de decisiones en tiempo real.

1.5.1.1. Gestión de mantenimiento asistido por un computador (GMAC)

Según López, la gestión de mantenimiento asistido por un computador, también conocido como: (*Computerized Maintenance Management System*) por sus siglas en inglés CMMS, es un sistema que está compuesto por módulos que interactúan entre sí, para ejecutar y llevar un control del mantenimiento. (p.18)

Mientras que para Monreal (2017) la gestión de mantenimiento asistido por un computador nace en las grandes empresas como una solución alternativa de mantenimientos preventivos rutinarios, las grandes cantidades de órdenes de trabajo, insumos utilizados y repuestos de almacenes, todo esto hizo que fuera necesario tener un mejor control de estos. (p.4)

Otra definición de los programas GMAC dice que “estos permiten disponer de gran cantidad de información de una forma adecuada y fácil de extraer, también se emplea como herramienta de gestión para la toma de decisiones” (Dávila, 2015, p.4).

De acuerdo con lo expuesto, los programas diseñados para la gestión de mantenimiento asistido por un computador fueron creados para almacenar y gestionar grandes cantidades de información referentes a mantenimiento y que estos puedan ser utilizarlos como una herramienta que contribuya a la mejora.

1.5.2. Modelo de gestión de mantenimiento

A continuación, se muestran los modelos de gestión de mantenimiento.

1.5.2.1. Mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC)

El mantenimiento centrado en la confiabilidad MCC o RCM (siglas del nombre en inglés), se emplea para optimizar el mantenimiento al centrar sobre la operación del sistema y no sobre las propias máquinas, de este modo se evalúa la importancia y la confiabilidad de las máquinas que componen el sistema. (Rodríguez, 2008, p.8)

Otro concepto de mantenimiento centrado en la confiabilidad “se basa en el análisis de fallas tanto de las que ya han recurrido cómo las que se están tratando de evitar con acciones preventivas y como por último las que tienen cierta probabilidad de ocurrir” (García, 2012, p.7).

Según la norma SAE JA, se establecen los criterios que debe satisfacer una metodología para que pueda llamarse RCM, entre los criterios tenemos los siguientes: ¿Cuáles son las funciones del equipo?, ¿De qué forma puede fallar?, ¿Cuál es la causa de la falla?, ¿Qué sucede cuando falla?, ¿Qué importancia si falla?, ¿Qué se puede hacer para prevenir o predecir la falla?, ¿Qué debo hacer si no puedo prevenir o predecir la falla? (Norma SAE JA 1011, 2012, párr. 43)

Según lo anterior mantenimiento centrado en la confiabilidad tiene como fin aumentar la fiabilidad de la maquinaria y de los equipos, con base en el análisis de fallas.

1.5.2.2. Mantenimiento productivo total (TPM)

Según Porter (2012) “en su teoría el mantenimiento productivo total TPM (siglas del nombre en inglés), se concentra en la eliminación de pérdidas ocasionadas o relacionadas con paros, calidad y costos en los procesos de producción” (p.1).

El mantenimiento preventivo total se fundamenta en ocho pilares muy importantes para el desarrollo de la metodología, donde primero, se deben [...] eliminar las grandes pérdidas del proceso productivo, lograr que todos se involucren, sistematizar todas las actividades y mejorar continuamente, Realizar capacitaciones, tener un control inicial y obtener equipos nuevos con cero defectos, eliminar las pérdidas de los procesos administrativos y aumentar la eficiencia, garantizar un sistema que tenga cero accidentes y cero contaminación. (Rodríguez, 2008, p.8)

También García (2012) “dice que el mantenimiento productivo total se conoce como mantenimiento que aporta una productividad máxima total, esta filosofía vio la necesidad de integrar el mantenimiento con la producción ya que se han visto tradicionalmente como partes separadas” (p.5).

Entonces, se afirma que el mantenimiento productivo total, es el que tienen como objetivo mantener la disponibilidad de los equipos reduciendo los tiempos de paro por falla y para producir su máxima capacidad, a través de involucrar a todas las áreas productivas y administrativas eliminando actividades que no generan valor, estandarizando procesos y brindando los conocimientos necesarios asegurando la calidad de los equipos y la reducción de fallas.

1.5.3. Medición del mantenimiento

Posteriormente, se muestran los indicadores para la gestión de mantenimiento.

1.5.3.1. Indicadores de gestión para mantenimiento

Según el Diccionario de la Lengua Española, se define indicador como: “1) Que indica o sirve para indicar” (Real Academia Española, 2018, párr. 1).

Para Leal (s.f.) los indicadores de gestión de mantenimiento se pueden utilizar para el análisis de factores que se interrelacionan con la función del mantenimiento y permite resaltar las principales causas de las fallas en la maquinaria en donde encontramos la disponibilidad como el indicador más importante en mantenimiento, la fiabilidad y la mantenibilidad. (p.1)

- Disponibilidad $D(t)$, “probabilidad de asegurar un servicio requerido, es la capacidad de un activo o un componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas en un instante dado de tiempo o durante un periodo de tiempo determinado” (Jiménez, 2011, p.1).

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \times 100$$

- Fiabilidad $F(t)$, “probabilidad del funcionamiento, es la capacidad de un activo o un componente para realizar una función requerida bajo condiciones dadas para un intervalo de tiempo determinado, se

conoce como el tiempo promedio entre fallas por sus siglas en inglés MTBF” (Jiménez, 2011, p.1).

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo disponible}}{\textit{\# de fallas}}$$

- Mantenibilidad M (t), “probabilidad de duración de reparación, bajo condiciones dadas que tiene una máquina de ser restaurada a un estado donde sea capaz de realizar su función original nuevamente y se conoce como el tiempo promedio para reparar por sus siglas en inglés MTTR” (Jiménez, 2011, p.1).

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo de paro por fallas}}{\textit{\# de fallas}}$$

- Confiabilidad C (t), “probabilidad de que no ocurra una falla, es la confianza que se tiene de que una máquina desempeñe su función básica, bajo condiciones estándares de operación, en donde $\lambda =$ número de fallas y $t =$ tiempo de operación” (Jiménez, 2011, p.1).

$$R = e^{-\lambda t}$$

1.6. Productividad

Según la Real Academia Española (2018) productividad es: “1) Calidad de productivo. 2) Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, entre otros. 3) Relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, entre otros” (párr. 1).

Mientras la definición de Gaytán (2000) dice que productividad es:

La relación entre cierta producción y ciertos insumos. La productividad es una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos deseables, son los resultados totales logrados partidos los recursos totales consumidos, también se puede decir que la productividad es la efectividad partida la eficiencia. (p.83)

Otra definición de productividad se expone como:

La productividad es la relación entre la cantidad de algo que hemos producido y la cantidad de recursos que hemos empleado para producirlo, siendo este un indicador de la eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida, la productividad evalúa la capacidad de un sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que se aprovechan los recursos utilizados es decir el valor agregado. (Universidad Nacional de Mar de Plata, s.f., p.6)

De acuerdo con lo anterior, productividad es la relación entre lo que se ha producido y la cantidad de recursos que se han utilizado para producir o bien ser la relación entre los resultados obtenidos y el tiempo utilizado para obtenerlos.

1.6.1. Productividad total de los factores (PTF)

Según López (2015) “la productividad total de los factores, también conocida como: (*total factor productivity*) por sus siglas en inglés TFP, es la diferencia entre la tasa de crecimiento de la producción y la tasa ponderar de incremento de los factores” (p.18).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo disponible}} \times \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades planificadas}}$$

La relación entre productos e insumos es un indicador habitual para medir el nivel de productividad de una empresa, lo ideal es que el capital invertido en bienes para la producción sea inferior a los beneficios por la venta de dichos productos. (Universidad Nacional de Mar de Plata, s.f., p.6)

“En la fabricación de un producto intervienen varios factores, es más la mayoría requiere la combinación de varias materias primas o elementos para su fabricación, el término al que se alude es productividad total de los factores” (Gaytán, 2000, p.83).

Según lo citado, la producción total se define como la diferencia entre la tasa de crecimiento de la producción y la tasa de crecimiento de los factores para obtenerla.

1.7. Eficiencia

Según López (2015) “la eficiencia es la capacidad de realizar o cumplir adecuadamente una función, haciendo las cosas bien desde el principio tratando de alcanzar un propósito valiéndose de pocos recursos” (p.18).

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad productiva}}$$

“Es la relación entre la producción real y la capacidad de producir, con la utilización correcta y la menor cantidad de los recursos para conseguir un objetivo” (Universidad Nacional de Mar de Plata, s.f., p.6).

“La eficiencia indica a la utilización apropiada de los recursos y los resultados obtenidos, es muy importante ya que se consigue el máximo rendimiento al mínimo coste” (Gaytán, 2000, p.83).

Según lo anterior, la eficiencia hace referencia a los recursos empleados y los resultados obtenidos, por ellos en una capacidad de medir lo que se está realizando para demostrar los resultados esperados.

1.8. Plástico

Según la Real Academia Española (2018) se define plástico como: “1) Capaz de ser moldeado. 2) Dicho de ciertos materiales sintéticos: que pueden moldearse fácilmente y están compuestos principalmente por polímeros, como la celulosa. 3) Que forma o da forma” (párr. 1).

Mientras la definición de Richardson y Lokensgard (2003) dice que:

Los plásticos son: materiales formados por moléculas muy grandes llamadas polímeros, formados por largas cadenas de átomos que contienen materiales de origen orgánico y de elevado peso molecular, están compuestos fundamentalmente de carbono y otros elementos como el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno o el azufre. (p.20)

Otra definición de plástico se expone como: “la propiedad de la plasticidad, que es la capacidad de deformación, pero sin romperse” (Freinkel, 2012, p.12).

De acuerdo con lo anterior, los plásticos son materiales compuestos por resinas, fáciles de moldear y pueden modificar su forma de manera permanente a partir de una cierta compresión y temperatura.

1.8.1. Clasificación de los plásticos

- Por su naturaleza
 - “Naturales: los plásticos naturales se obtienen directamente de materias primas (látex, la caseína de la leche y la celulosa)” (Daé, 2006, párr.2).
 - “Sintéticos: los plásticos sintéticos se elaboran a partir de compuestos derivados del petróleo, el gas natural o el carbón. La mayoría de los plásticos pertenecen a este grupo” (Daé, 2006, párr.2).

- Por su estructura interna
 - “Termoplásticos: son aquellos que, por su estructura interna, formada por cadenas lineales se desarman fácilmente con el calor y se reconstruyen al enfriarse, pueden fundirse y volver a fabricarse muchas veces, estos tienen buena capacidad para el reciclado, pueden ser moldeados si son calentados del cual se deriva el polietileno y propileno” (Daé, 2006, párr.2).
 - “Termoestables: son aquellos que, por su estructura interna, formada por cadenas entrecruzadas, se degradan con el calor antes de que el plástico se funda, solo pueden fundirse y fabricarse una vez, estos tienen poca capacidad de reciclado” (Daé, 2006, párr.2).
 - “Elastómeros: son un tipo de termoestables, con lo cual solo pueden fundirse una vez, pero debido a su estructura interna con cadenas ramificadas, presentan un elevado grado de elasticidad” (Daé, 2006, párr.2).

1.8.2. Tipos de plásticos

Las poliolefinas es un tipo de plástico proviene de una familia de termoplásticos de polietileno y polipropileno. Se producen principalmente a partir del petróleo y el gas natural mediante un proceso de polimerización del etileno y el propileno respectivamente. Su versatilidad las convierte en uno de los plásticos más utilizados. (Palenzuela, 2015, p.14)

1.8.2.1. Polipropileno (PP)

Es un termoplástico que pertenece al grupo de los polímeros denominados poliolefinas. El polipropileno es menos elástico y flexible, es difícil de quebrar o romper, es mucho más ligero que el polietileno, soporta mejor las altas temperaturas, es más brillante y transparente. (Horta, 2000, p.12)

1.8.2.2. Polietileno (PE)

Es un termoplástico que pertenece al grupo de los polímeros denominados poliolefinas. El polietileno puede moldearse fácilmente a casi cualquier forma, para hacer fibras o soplarse y hacer películas delgadas, posee gran resistencia al impacto, al desgaste y a la abrasión. (Horta, 2000, p.13)

- “LDPE (polietileno de baja densidad): es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno, tiene buena resistencia al impacto y buen reproceso, es decir, se puede procesar por los métodos empleados para los termoplásticos, como inyección y extrusión” (Horta, 2000, p.13).

- “Características: se produce a partir del gas natural, su transparencia, flexibilidad y economía hacen que esté presente en una diversidad de materiales” (Horta, 2000, p.13).
- “Ventajas: no tóxico, flexible, liviano, transparente, inerte, impermeable y económico” (Horta, 2000, p.13).

Figura 1. **Polietileno de baja densidad (LDPE)**



Fuente: Solo Stocks. *Polietileno de baja densidad*. Consultado el 5 de junio de 2019.
Recuperado de <https://images.sstatic.com/polietileno-de-baja-densidad-9478906z3-06135667.jpg>.

- HDPE (polietileno de alta densidad): es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno, es un sólido blando translúcido, se deforma completamente por calentamiento.

- Características: es un termoplástico fabricado a partir de etileno, es muy versátil y se lo puede transformar de diferentes maneras
- Ventajas: resistente a bajas temperaturas, irrompible, liviano, inerte, impermeable y no tóxico. (Horta, 2000, p.13)

Figura 2. **Polietileno de alta densidad (HDPE)**



Fuente: Solo Stocks. *Polietileno de alta densidad*. Consultado el 5 de junio de 2019.

Recuperado de <https://bit.ly/2SFpWAu>.

1.9. Material flexible

Un empaque flexible en general es un material que por su naturaleza se puede manejar en máquinas de envolturas o de formado, llenado y sellado, que está constituido por uno o más elementos y puede presentarse en forma impresa o sin impresión. (Palenzuela, 2015, p.14)

“La flexibilidad del material consiste en la facilidad que tiene este para doblarse sin romperse, esto va a depender de las propiedades físicas que tenga cada material ya que algunos poseen esta cualidad mientras que otros carecen de la misma” (Richardson y Lokensgard, 2003, p.20).

“Decimos que un cuerpo es flexible cuando puede moverse con facilidad y adopta diferentes posturas sin demasiado esfuerzo, la flexibilidad es la condición que tiene algo material o inmaterial de ser flexible” (Horta, 2000, p.13).

1.10. Métodos para la recolección de datos

Los métodos para la recolección de datos son una serie procedimientos lógicos que determinan un fin, a través de los cuales se plantean los problemas, se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo investigados, también se define como la serie de pasos que conducen la búsqueda de información. (Universidad Nacional de Mar de Plata, s.f., p.28)

1.10.1. Exploratorio

“Es un método de investigación que se orienta a la búsqueda de conocimientos respecto a una determinada realidad, este tipo de investigación se realiza especialmente cuando el tema elegido ha sido poco explorado y reconocido” (Universidad Nacional de Mar de Plata, s.f., p.25).

1.10.2. Descriptivo

“Es un método de investigación que describe características de un entorno, recopila y ordena resultados de variables, relaciona condiciones y conexiones existentes para describir una situación o evento, mide y evalúa diversos

aspectos, dimensiones o componentes” (Universidad Nacional de Mar de Plata, s.f., p.28).

1.11. Técnicas para la recolección de datos

Las técnicas para la recolección de datos son procedimientos e instrumentos utilizados para obtener un resultado determinado, estos se definen como: el medio a través del cual el investigador se relaciona con los participantes para obtener la información necesaria que le permita lograr los objetivos de la investigación (Gisbert, 2017, p.8).

1.11.1. Registros

Es una técnica utilizada para recolectar información, se establecen registros cuando se requiere un conocimiento preciso del tamaño y del tipo de la muestra, se utiliza para realizar un seguimiento más detallado de las actividades, siempre que los datos que contienen sean fiables, actuales y completos (Gisbert, 2017, p.8).

1.11.2. Encuestas

“Es una técnica de adquisición de información de interés, mediante un cuestionario previamente elaborado, utilizando un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa de la población, con el fin de conocer estados de opinión o hechos específicos” (Gisbert, 2017, p.9).

1.12. Herramientas para el análisis de causa raíz

“El análisis de causa raíz es una metodología usada normalmente de forma reactiva en donde se puede asegurar que la no conformidad no volverá a ocurrir cuando se hayan identificado y corregido la causa raíz del problema” (Universidad Nacional de Mar de Plata, s.f., p.24).

Es necesario realizar un análisis de causa raíz, ya que no todos los procesos de producción son perfectos, durante su ejecución se presentan eventos no conformes que los frenan o los desvían. Por lo que es necesario observar más allá de la de la superficie de la raíz del problema o situación, observando el efecto del problema y deduciendo lo que lo ha causado con el fin de mejorar la eficiencia y rentabilidad de la empresa. (Gisbert, 2017, p.4)

El objetivo principal del análisis de causa raíz es identificar los factores que dieron lugar a los resultados nocivos de uno o más eventos del pasado con el fin de identificar cuáles son los comportamientos, acciones o condiciones que deben ser cambiadas para evitar su recurrencia. (Alfaro, 2014, p.17)

Con base en lo anterior se afirma que el análisis de causa raíz es el proceso de descubrir la causa raíz de los problemas para identificar soluciones adecuadas.

1.12.1. Técnica de los cinco porqués

Los cinco porqués se refieren a la práctica de preguntar cinco veces por qué el fallo ha ocurrido, a fin de obtener la causa o las causas raíz del problema.

Los cinco porqués es una excelente técnica para abordar un simple análisis de causa raíz. (Gisbert, 2017, p.6)

Una causa raíz es la causa inicial de una cadena de causas que llevan a un efecto de interés, generalmente la causa raíz se usa para describir el lugar en la cadena de causas en donde se podría implementar una intervención para prevenir resultados no deseados. (Gisbert, 2017, p.6)

“Esta metodología se basa en un proceso de trazabilidad, donde se hacen preguntas para analizar las posibles causas del problema, caminando hacia atrás, hasta llegar a la última causa que originó el problema” (Gisbert, 2017, p.6).

1.12.2. Técnica de las 5W y 1H

La técnica de las 5W + 1H es una herramienta sencilla y consiste en responder una serie de preguntas cuyas respuestas facilitan la descripción de un problema, falla o evento acontecido. Las palabras que dan origen a su nombre y en las que se basa el método son: qué, cuándo, dónde, quién, cuál y cómo (*what, when, where, who, which, how*).

Existe un principio que rige a cada pregunta y este principio es que cada pregunta debe obtener una respuesta basada en datos, es decir todos los valores, sus lecturas, que son necesarios y que deben incluirse en un informe para que se considere completo.

Otra manera de usar esta herramienta es en la solución de problemas, es decir, una vez que ya se ha realizado todo el ejercicio anterior nos ayudará a generar un plan de trabajo con el cual podemos dar seguimiento

al enfoque que se está haciendo para controlar el problema. (Gisbert, 2017, p.6)

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó el desarrollo de la investigación de acuerdo con los objetivos establecidos, por medio de la información contenida en el departamento se encontró que la industria tiene establecido una visión, misión y objetivos organizacionales, construyendo una estrategia adecuada para dar dirección y conseguir los resultados deseados, mismos que son considerados en el departamento de mantenimiento ya que en conjunto con las demás áreas productivas logran a través del trabajo diario alcanzar dicha estrategia.

Además, en recursos humanos se encontró que el departamento, de acuerdo con una estructura organizacional, estableció un nivel jerárquico basado en las actividades que realiza cada uno de sus integrantes. La función de cada integrante tiene como fin brindar un servicio de calidad al cliente interno aumentando la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia en las reparaciones realizadas a la maquinaria instalada en cada una de áreas productivas.

En el diagnóstico situacional se encontró que han establecido un nivel de criticidad para dar prioridad de servicio a las máquinas con mayor carga de producción y otros factores considerados como importantes, dado a que la cantidad de máquinas instaladas difiere en cada una de las áreas productivas, se estableció que la capacidad de producción dependerá de las condiciones y la manipulación de las máquinas.

Mediante el despliegue de encuestas realizadas en el entorno, el personal de mantenimiento se encontró satisfecho respecto al trabajo que realiza mientras que el cliente interno se encontró medianamente satisfecho, en su mayoría las

comparaciones entre la opinión del personal de mantenimiento y la percepción del cliente interno no coincidieron con una respuesta favorable al departamento, con una confiabilidad de 95 % en los datos.

Las encuestas tuvieron como objetivo evaluar el grado de satisfacción respecto al servicio que brinda el departamento de mantenimiento en las diferentes áreas productivas y el grado de satisfacción laboral del personal que pertenece a dicho departamento, los modelos estuvieron dirigidos a gerentes, jefes de área, supervisores, personal operativo y técnico, dichas fueron elaboradas con el fin de obtener, organizar y presentar datos que fueron necesarios para la investigación y están adjuntas en la parte de anexos.

Dentro del sistema de gestión de mantenimiento computarizado se establecieron los lineamientos para mejorar la percepción del cliente interno, la disponibilidad y la cantidad de paros por fallas técnicas en las máquinas, considerando la distribución del porcentaje de correcciones en relación con las especificaciones de funcionamiento por parte del fabricante, el porcentaje de servicios correctivos en relación con el mantenimiento preventivo y el cumplimiento a los indicadores establecidos.

Se establecieron los lineamientos para la administración de los módulos de recursos humanos, mantenimiento correctivo, mantenimiento preventivo y predictivo, para la obtención de indicadores es necesario que todos los campos de los módulos anteriores tengan información, esto ayudará a obtener datos como severidad de fallas, fallas más frecuentes y gráficos de prioridad de tareas en ordenes de trabajo abiertas, tareas planificadas contra no planificadas, porcentaje de cumplimiento, análisis de órdenes de trabajo, análisis de fallas, indicadores clave del desempeño y solicitudes reportadas contra solucionadas.

En los módulos herramientas, información del fabricante, repuestos y suministros, se ingresaron todos los datos relevantes para el planteo de los lineamientos en donde se recomienda que el usuario administrador del sistema actualice y gestione la información que brinda el fabricante, se ingresaron todos los datos de máquinas, herramientas, repuestos y suministros.

De dichos lineamientos se obtuvo la información necesaria para analizar la causa raíz de las fallas técnicas y las nuevas inversiones a maquinaria tanto para reparaciones correctivas como para preventivas, los recursos financieros asignados en el presupuesto, se dio inicio con un histórico de servicios realizados, un control de ejecución presupuestaria, las horas hombre invertidas en mantenimiento y una evaluación de los servicios externos en cada máquina.

Para la reducción del tiempo y la cantidad de fallas técnicas en la maquinaria, se deben seguir todos los lineamientos expuestos para la ejecución del sistema computarizado, adaptando adecuadamente el sistema en la industria y con esto se espera que la disponibilidad, eficiencia y confiabilidad de la maquinaria se incremente y por lo tanto las ventas y el índice de productividad.

Se identificaron los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros, que son necesarios para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente, del que se espera la reducción de tiempo por paros no programados y la cantidad de fallas en las máquinas y disminuir los costos del mantenimiento en repuestos y servicios externos con el fin de incrementar la productividad.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Se realizó un diagnóstico situacional de la gestión para adaptar adecuadamente el sistema de mantenimiento computarizado

Se realizó un diagnóstico situacional en el departamento de mantenimiento a través de la información disponible y una revisión documental de los registros contenidos en el mismo y la percepción del entorno mediante del despliegue de encuestas, con una confiabilidad en los datos de un 95 %.

3.1.1. Aspectos generales

Según la información disponible los aspectos generales en una industria dedicada a la fabricación de material flexible para empaques son los siguientes:

- **Visión**

Ser la empresa de referencia en empaques y materiales flexibles en Centroamérica, México y el Caribe a través de la creación continua de valor para cada uno de sus clientes, trabajadores y accionistas (Nuestra empresa, s.f., párr. 1).

- **Misión**

“Generar valor para la empresa y nuestros clientes a través de la creación de soluciones competitivas en películas y empaques flexibles para la industria, el agro y el comercio” (Nuestra empresa, s.f., párr. 2).

- Objetivos organizacionales.
 - “Maximizar la rentabilidad de la empresa.”
 - “Alcanzar la satisfacción del cliente y los requerimientos mutuamente acordados.”
 - “Sostener relaciones productivas de largo plazo.”(Nuestra empresa, s.f., párr. 3).

3.1.2. Análisis muestral

Se definió que la población es el total de personas involucradas en el entorno interno al departamento de mantenimiento y la producción que es el entorno externo de la investigación, específicamente en los puestos de gerente de producción, jefes de área, supervisores de producción, personal operativo y técnico, por lo anterior se concluye que la población en estudio es igual a:

- Población de personas involucradas en el entorno externo.

$$N = 108$$

- Población de personas involucradas en el entorno interno.

$$N = 55$$

Se determino el nivel de confianza, considerando un error permisible del 5 % por lo tanto el nivel de confianza adquiere un valor de 95 %, se consideró este intervalo ya que ofrece mayor homogeneidad en la muestra y que posea las mismas cualidades de la población, pretendiendo lograr que el estudio sea lo suficientemente veraz.

$$1-\alpha= 0.95$$

Se obtuvo el intervalo de confianza mediante el valor de zeta de alfa medios, dato obtenido a través de las tablas de áreas bajo la curva normal.

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$Z_{\alpha/2} = 1.96$$

Para el cálculo de la muestra se sustituyen los datos en la fórmula para población finita, debido que la población es conocida:

- Cálculo del tamaño muestra para del entorno externo.

$$n = \frac{(108)(1.96)^2(0.95)(0.05)}{(120 - 1) \cdot (0.05)^2 + (1.96)^2(0.95)(0.05)}$$

$$n \approx 41$$

- Cálculo del tamaño muestra para del entorno interno.

$$n = \frac{(55)(1.96)^2(0.95)(0.05)}{(120 - 1) \cdot (0.05)^2 + (1.96)^2(0.95)(0.05)}$$

$$n \approx 21$$

En total se tomaron se tomaron 62 muestras para el desarrollo de la investigación, con un nivel de confianza de un 95 %.

Para la determinación de la desviación estándar corresponde a 1.96 veces el tamaño de la muestra permisible.

$$s = \sqrt{\frac{(108 - 27)^2 + (55 - 27)^2}{(2 - 1)}}$$

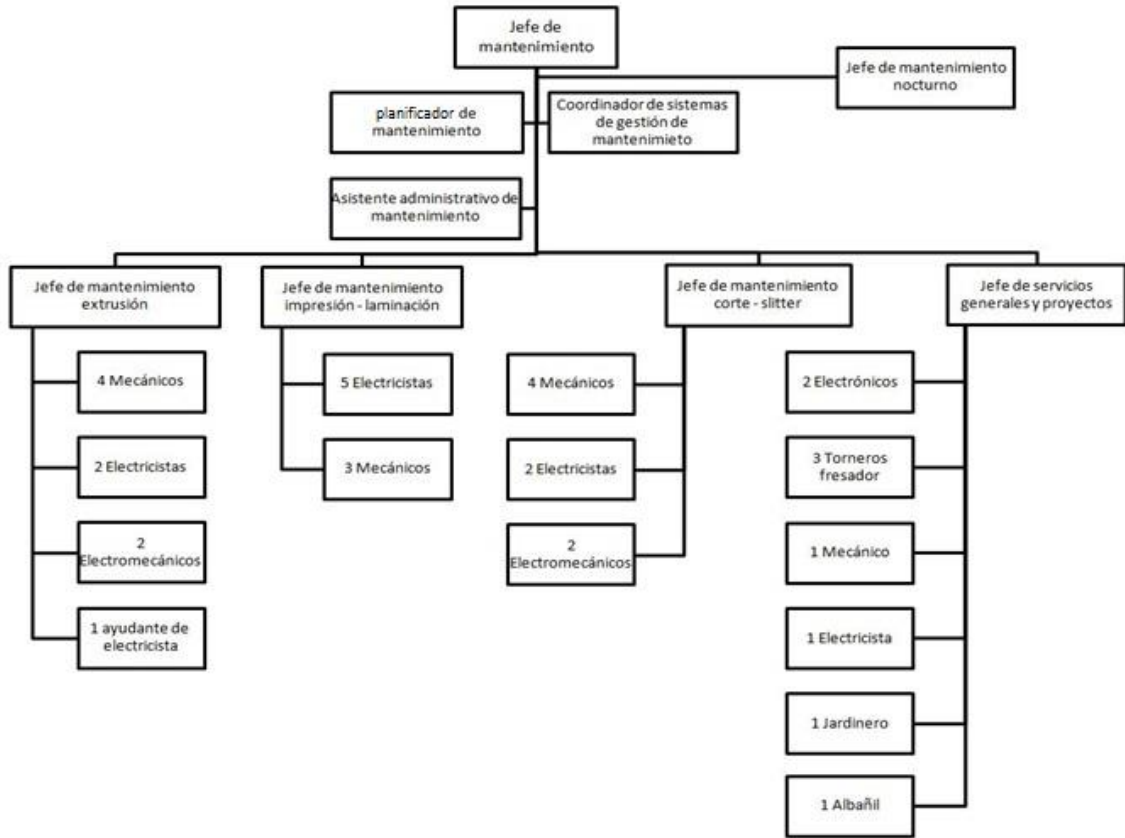
$$s = 85.70$$

3.1.3. Estructura organizacional

A continuación, se describe cómo está organizado el Departamento de Mantenimiento que mediante una estructura organizacional ha establecido un nivel jerárquico de acuerdo con las actividades que realiza cada uno de sus integrantes.

En la figura 3 la función de cada integrante tiene como fin brindar un servicio de calidad al cliente interno aumentando la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia en las reparaciones realizadas a la maquinaria instalada en cada una de áreas productivas.

Figura 3. Estructura organizacional



Fuente: elaboración propia.

De la estructura organizacional anterior se realizó una descripción analítica de los puestos de trabajo, tanto administrativa como técnica, en este análisis se describieron cada una de las actividades específicas de cada puesto de trabajo.

En las tablas I y II de acuerdo con la información obtenida, el departamento de mantenimiento está conformado por 43 personas de las cuales no se cuenta con algún parámetro que demuestre las horas hombre invertidas en el trabajo diario.

Tabla I. **Descripción analítica de puestos administrativos**

Puesto	Descripción
Jefe de mantenimiento	Gestionar, controlar y dirigir el departamento de mantenimiento, brindando las herramientas para el cumplimiento del mantenimiento en todos los activos de la empresa.
Jefe de mantenimiento nocturno	Controlar y dirigir al personal técnico de mantenimiento en las diferentes áreas, asegurando que las máquinas se encuentren en las condiciones ideales para operar, en el turno nocturno.
Planificador de mantenimiento	Velar por la planificación y la ejecución del mantenimiento preventivo y el programa de capacitaciones.
Coordinador de sistemas de mantenimiento	Velar por la actualización y el control de la documentación e información del departamento.
Asistente administrativo mantenimiento	Velar por el ingreso de tiempos requeridos en los mantenimientos preventivos y correctivos, establecer rutinas de inspección y monitoreo en las máquinas.
Jefe de mantenimiento de área	Coordinar y dirigir las actividades del personal técnico a su cargo en las diferentes áreas, asegurando que las máquinas se encuentren en las condiciones ideales para operar.

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Descripción analítica de puestos técnicos**

Puesto	Descripción
Mecánico	Dar solución a fallas mecánicas de las máquinas y realizar las reparaciones o ajustes correspondientes.
Electricista	Dar solución a fallas eléctricas de las máquinas y realizar las reparaciones o ajustes correspondientes.
Ayudante a electricista	Apoyo en realizar las reparaciones o ajustes de los componentes eléctricos de las máquinas.
Electromecánico	Dar solución a fallas eléctricas o mecánicas de las máquinas y realizar las reparaciones o ajustes correspondientes.
Tornero fresador	Reparación y fabricación de piezas de dañadas en las máquinas.
Electrónico	Dar solución a fallas electrónicas de las máquinas y realizar las reparaciones o ajustes correspondientes.

Fuente: elaboración propia.

3.1.4. Maquinaria

Para la elaboración del producto final se requiere de diferentes tipos de máquinas. De acuerdo con la información disponible la clasificación de la maquinaria está basada en el tipo de proceso.

En la tabla III se describen los procesos y el tipo de maquinaria que se requiere para la elaboración de material flexible para empaques.

Tabla III. **Clasificación de la maquinaria**

Proceso	Descripción del proceso	Tipo de máquina
Extrusión	Proceso que por medio de calor funde los polímeros y se crea tela plástica formando una bobina.	Extrusora
Impresión	Proceso que por medio de tinta graba textos e imágenes sobre la tela plástica formando una bobina.	Impresora
Corte	Proceso que por medio de corte da forma a la tela plástica formando paquetes.	Cortadora
Laminación	Proceso que con adhesivo realiza la unión de tela plástica y tela metalizada formando bobinas.	Laminadora
Slitter	Proceso que por medio de corte divide una bobina a lo ancho en secciones pequeñas.	Slitter

Fuente: elaboración propia.

En la tabla IV se detalla la cantidad de máquinas instaladas en cada proceso. Se obtuvo un total de 114 máquinas.

Tabla IV. **Cantidad de máquinas**

Máquinas	Cantidad de máquinas
Extrusoras	30
Impresoras	9
Cortadoras	64
Laminadoras	3
Slitter	8
TOTAL	114

Fuente: elaboración propia.

Por la gran cantidad de máquinas se estableció un nivel de criticidad de evaluación, de acuerdo con los siguientes factores:

- Por ser una máquina de alta incidencia en inocuidad
- Por ser una máquina de alta incidencia en calidad
- Por ser una máquina de alta incidencia en seguridad industrial
- Por ser una máquina de alta incidencia en impacto ambiental
- Por el tipo o complejidad del producto
- Por el costo y tiempo de entrega de repuestos
- Por ser una máquina con alta incidencia en la carga de producción

El nivel de criticidad se establece para mantener una prioridad en las máquinas, las que estén afectadas con todos los factores antes mencionados, son las de mayor prioridad para brindar reparación y servicio preventivo cuando sea necesario.

La capacidad de producción depende de las condiciones y de la manipulación de las máquinas. Posteriormente se describe la capacidad máxima de producción en los diferentes procesos productivos.

En la tabla V los datos fueron aplicados con máquinas trabajando en óptimas condiciones, porque cuando la producción es interrumpida por una falla técnica el promedio de la capacidad de producción en kilos anuales producidos disminuye.

Tabla V. **Capacidad de producción**

Proceso	Capacidad de producción (kilos / anuales)
Extrusión	11,154,776
Impresión	3,156,389
Corte	5,430,943
Laminación	1,469,248
Slitter	2,595,715
TOTAL	23,807,071

Fuente: elaboración propia.

La información de la tabla VI se obtuvo por medio de la información contenida en el departamento de mantenimiento un promedio anual de kilos producidos por cada uno de los procesos, comparando el promedio de capacidad de producción contra el promedio de producción total anual, producen 5 % bajo de su capacidad.

Tabla VI. **Promedio de producción anual**

Proceso	Promedio de producción (kilos / anuales)
Extrusión	10,597,037
Impresión	2,998,570
Corte	5,159,396
Laminación	1,395,786
Slitter	2,495,956
TOTAL	22,616,744

Fuente: elaboración propia.

La tabla VII se obtuvo de la información contenida en el departamento de mantenimiento un porcentaje anual de desperdicio por cada uno de los procesos, causado por paros no programados en las máquinas.

Tabla VII. **Desperdicio de producción anual**

Proceso	Promedio de producción
Extrusión	2.72 %
Impresión	2.42 %
Corte	5.79 %
Laminación	2.25 %
Slitter	2.42 %
TOTAL	3.12 %

Fuente: elaboración propia.

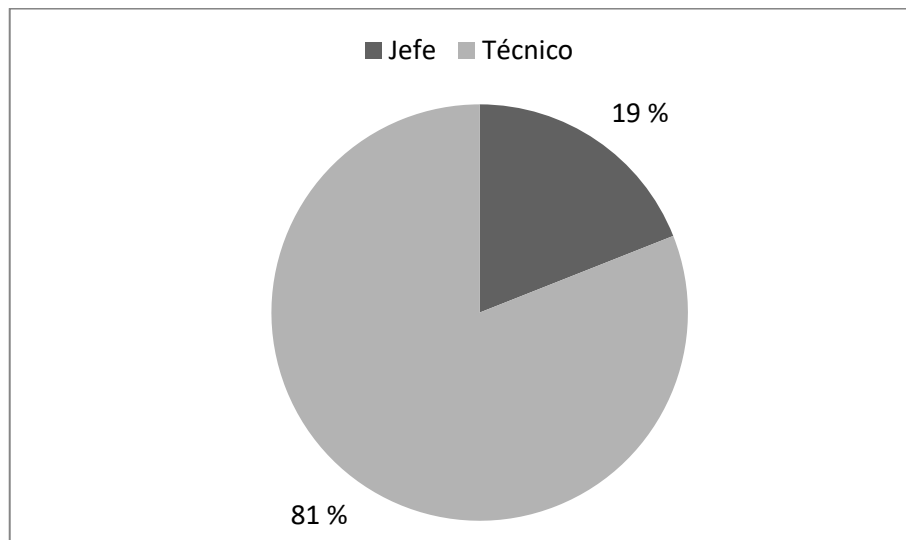
3.1.5. Mantenimiento

A través del despliegue de encuestas realizadas en el entorno, se muestra un diagnóstico situacional del servicio que brinda el departamento de

mantenimiento a las diferentes áreas productivas a través de una comparación de los resultados obtenidos en las mismas.

En la figura 4 se observó que la cantidad de encuestados en el entorno interno del departamento de mantenimiento, porcentajes que corresponden a 4 jefes de área 19 % y 17 técnicos 81 %, obteniendo un total de 21 encuestados en dicho entorno.

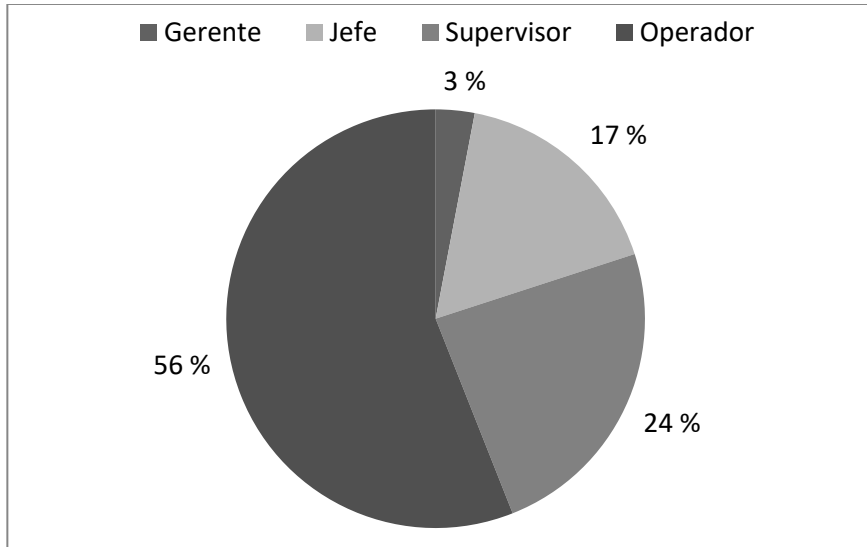
Figura 4. **Total de encuestados en el entorno interno del departamento de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 5 se observó que la cantidad de encuestados en el entorno externo del departamento de mantenimiento, porcentajes que corresponden a 1 gerente 3 %, 7 jefes de área 17 %, 10 supervisores 24 % y 23 operadores 56 %, obteniendo un total de 41 encuestados en dicho entorno.

Figura 5. **Total de encuestados en el entorno externo del departamento de mantenimiento**

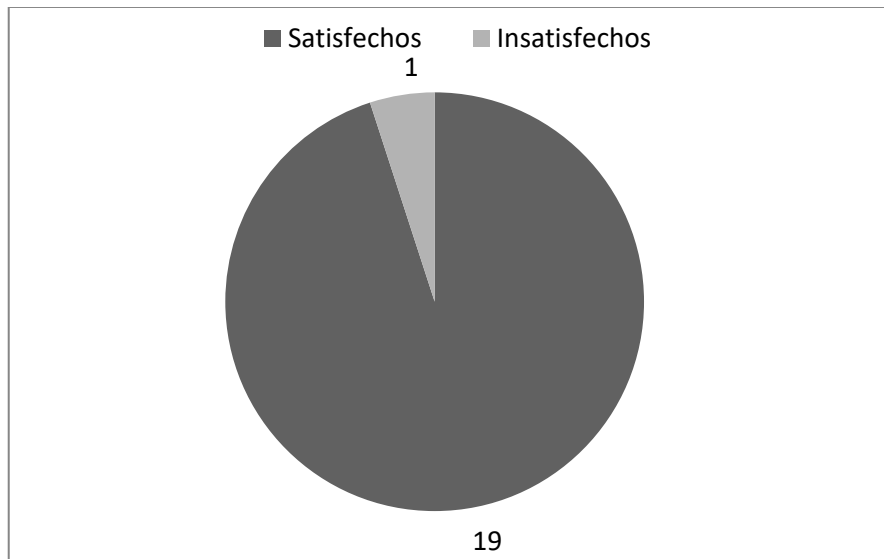


Fuente: elaboración propia.

En el análisis de las figuras anteriores se demostró que el total de encuestados en el entorno interno corresponde a 21 y el total de encuestado en el entorno externo corresponde a 41, obteniendo un total de 62 encuestados para analizar el entorno del departamento de mantenimiento, cantidad que fue establecida en el plan de muestreo.

En la figura 6 se identificó que 20 encuestados están satisfechos respecto al trabajo que realizan dentro del departamento de mantenimiento, lo que equivale a un 95 % y solo 1 está insatisfecho equivalente a un 5 %, según los encuestados en su mayoría están satisfechos.

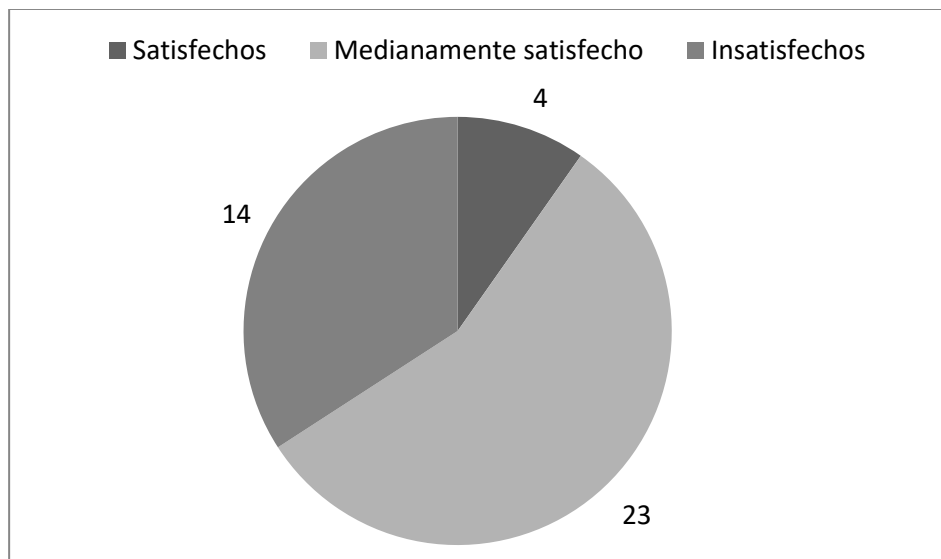
Figura 6. **Satisfacción respecto al trabajo que realiza dentro del departamento de mantenimiento**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 7 se identificó que 4 encuestados están satisfechos respecto al servicio que brinda el departamento de mantenimiento, lo que equivale a un 10 %, 23 medianamente satisfechos equivalentes a un 56 % y 14 insatisfechos equivalente a un 34 %, según los encuestados en su mayoría están medianamente satisfechos.

Figura 7. **Satisfacción respecto al servicio que brinda el departamento de mantenimiento**

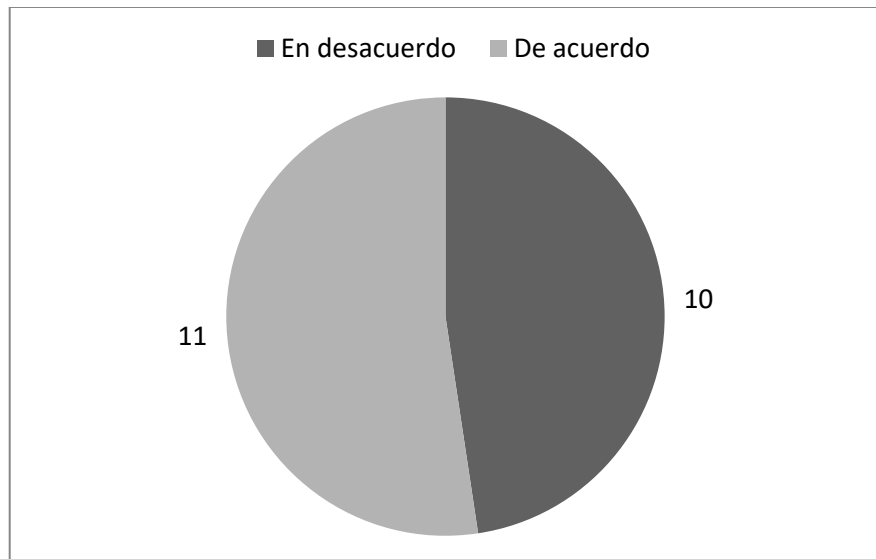


Fuente: elaboración propia.

El análisis de las figuras anteriores mostró que el personal de mantenimiento se encuentra en un 95 % satisfecho con el trabajo que realiza, en contraposición a la percepción del cliente interno que se encuentra medianamente satisfecho con un grado de satisfacción del 56 %, datos que se pretenden mejorar con un sistema de gestión de mantenimiento.

En la figura 8 se identificó que 10 encuestados están de acuerdo respecto a que su equipo de trabajo está bien organizado y es eficaz para brindar un servicio de calidad, lo que equivale a un 52 % y 11 están en desacuerdo equivalente a un 48 %, según los encuestados en su mayoría están de acuerdo.

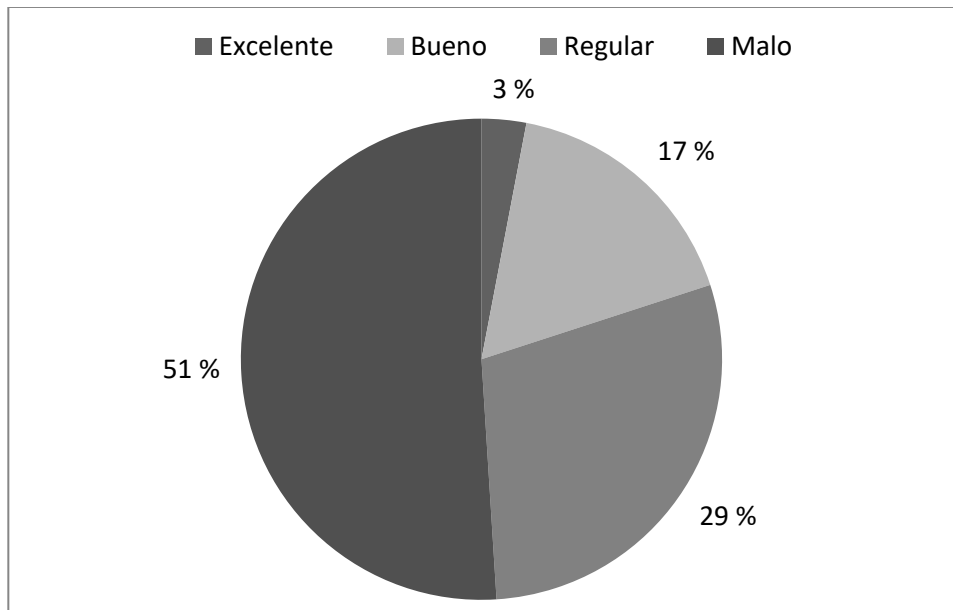
Figura 8. **El equipo de trabajo está bien organizado y es eficaz para brindar un servicio de calidad**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 9 se observó que el 3 % respecto al servicio que brinda el personal de mantenimiento es rápido y eficaz para dar una solución a los problemas es excelente, 17 % es bueno, 29 % es regular y 51 % es malo, según los encuestados en su mayoría el servicio es malo.

Figura 9. **El servicio del personal de mantenimiento es rápido y eficaz para dar una solución a los problemas**

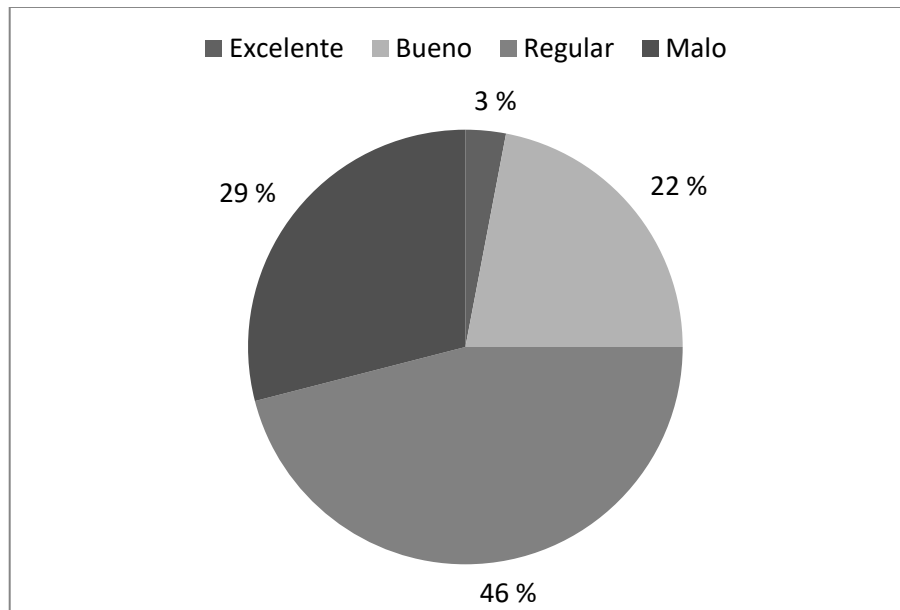


Fuente: elaboración propia.

El análisis de las figuras anteriores se demostró que el personal de mantenimiento se encuentra en un 52 % de acuerdo respecto a que su equipo de trabajo está bien organizado y es eficaz para brindar un servicio de calidad, en contraposición a la percepción del cliente interno que según los encuestados en su mayoría el servicio que brinda el personal de mantenimiento para dar una solución a los problemas es malo.

En la figura 10 se observó que el 3 % respecto a que si la atención que brinda el personal de mantenimiento es de cortesía, cooperación y colaboración es excelente, 22 % es bueno, 46 % es regular y 29 % es malo, según los encuestados en su mayoría la atención es regular.

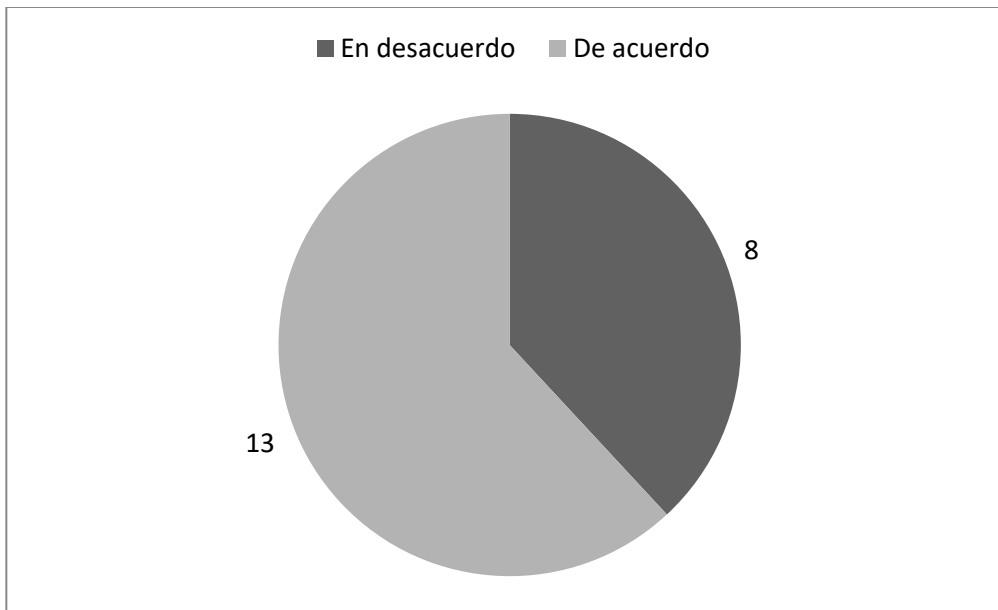
Figura 10. **La atención que brinda el personal de mantenimiento es de cortesía, cooperación y colaboración**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 11 se identificó que 13 encuestados están de acuerdo respecto a que el flujo de comunicación e información en el equipo de trabajo es rápido y adecuado, lo que equivale a un 62 % y 8 están en desacuerdo equivalente a un 38 %, según los encuestados en su mayoría están de acuerdo.

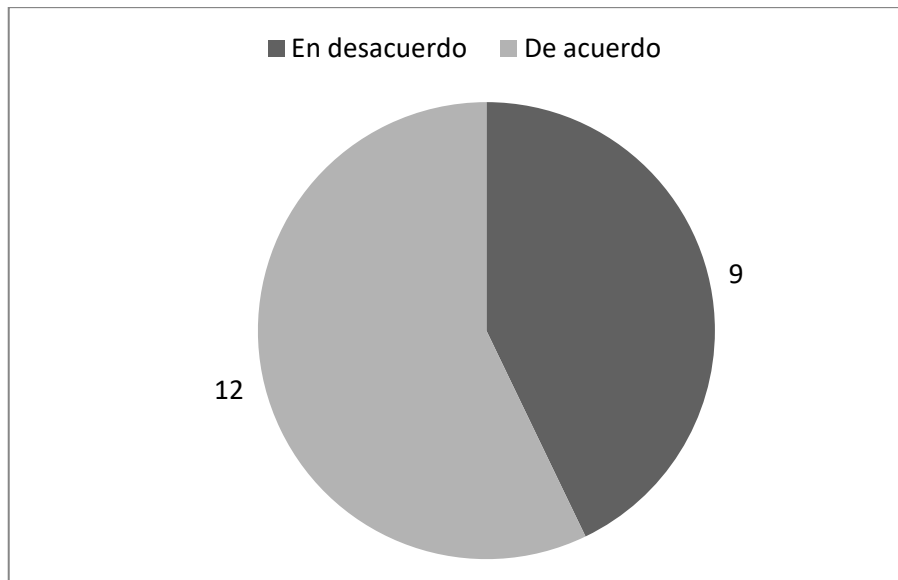
Figura 11. **El flujo de comunicación e información en el equipo de trabajo es rápido y adecuado**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 12 se identificó que 12 encuestados están de acuerdo respecto a que los programas de inducción y capacitación son los adecuados para su desenvolvimiento dentro de su puesto de trabajo, lo que equivale a un 57 % y 9 están en desacuerdo equivalente a un 43 %, según los encuestados en su mayoría están de acuerdo.

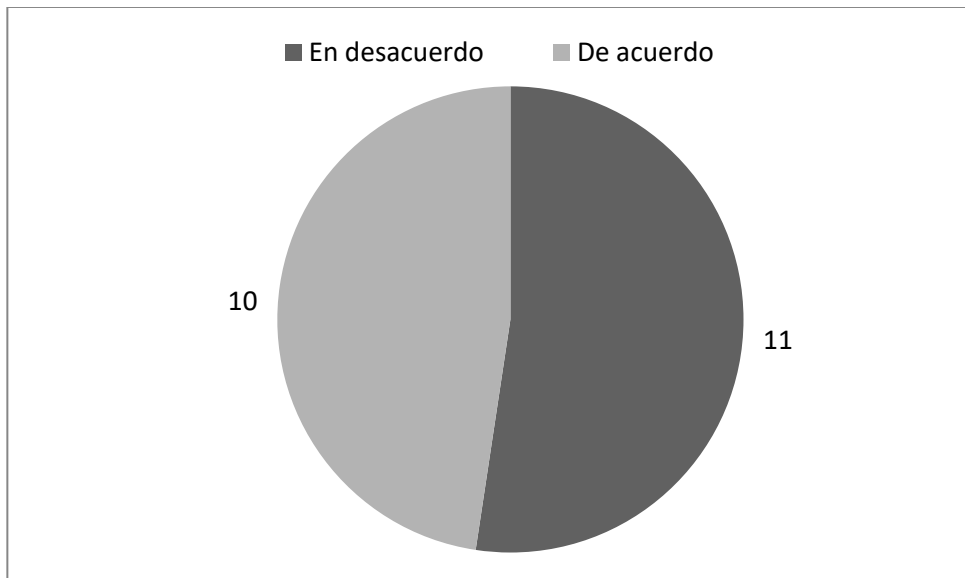
Figura 12. **Los programas de inducción y capacitación son los adecuados para su desenvolvimiento dentro de su puesto de trabajo**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 13 se identificó que 10 encuestados están de acuerdo respecto a que considera que tiene las herramientas adecuadas y el equipo necesario para desempeñar sus labores diarias, lo que equivale a un 48 % y 11 están en desacuerdo equivalente a un 52 %, según los encuestados en su mayoría están en desacuerdo.

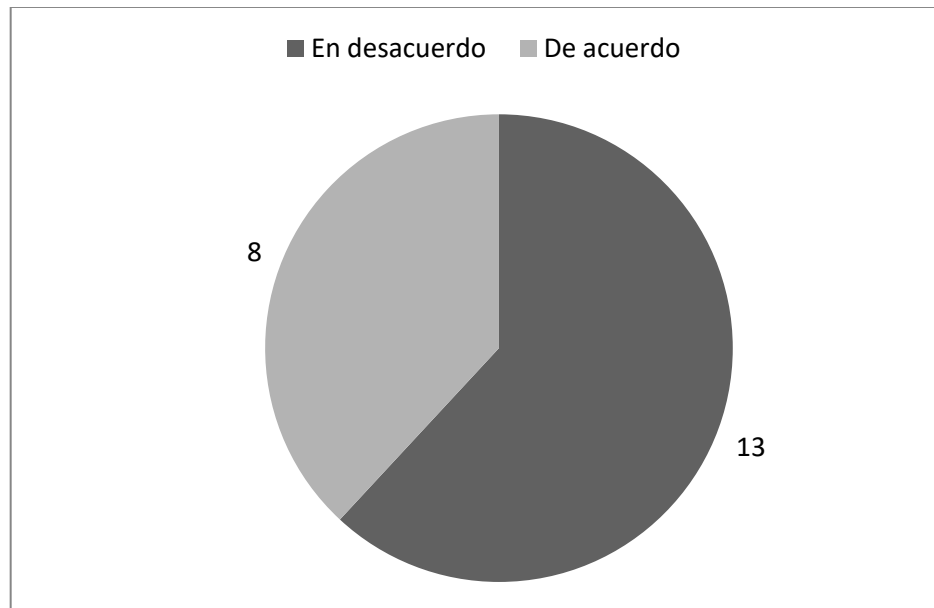
Figura 13. **Considera que tiene las herramientas adecuadas y el equipo necesario para desempeñar sus labores diarias**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 14 se identificó que 8 encuestados están de acuerdo respecto a que considera que la calidad de sus herramientas y equipos es la adecuada, lo que equivale a un 38 % y 13 están en desacuerdo equivalente a un 62 %, según los encuestados en su mayoría están en desacuerdo.

Figura 14. **Considera que la calidad de sus herramientas y equipos es la adecuada**



Fuente: elaboración propia.

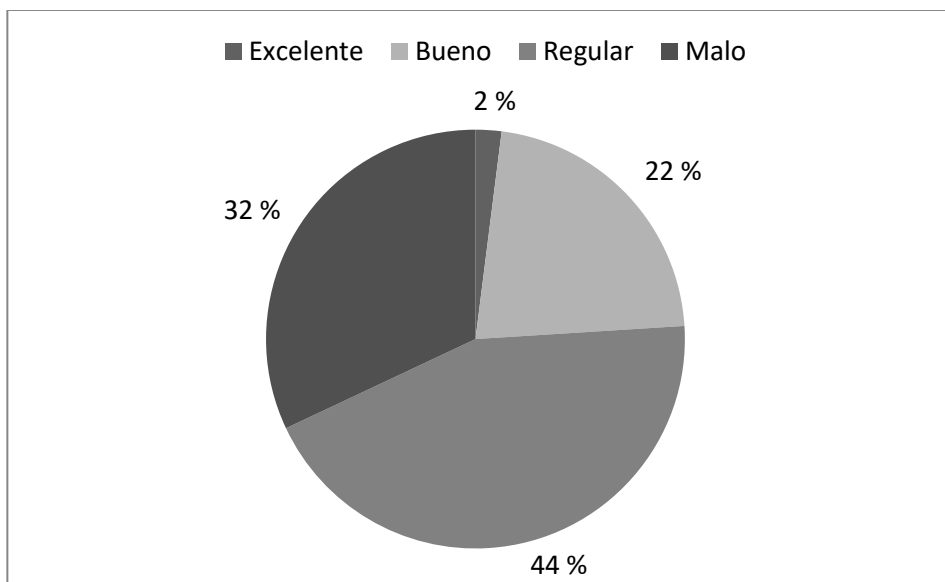
Según la información obtenida los tipos de mantenimiento que en este momento ejecuta el departamento son los siguientes:

- Mantenimiento correctivo
- Mantenimiento preventivo

En ambos tipos de mantenimiento se atienden fallas mecánicas, eléctricas, neumáticas e hidráulicas y no se establece la disponibilidad de los equipos, la cantidad de paros en las máquinas por fallas técnicas, no se reduce el porcentaje de acciones correctivas y aún no se considera la distribución del porcentaje de servicios correctivos en relación con el mantenimiento preventivo, evaluación de los servicios externos en cada máquina y no se tiene mejora continua.

En la figura 15 se observó que el 2 % respecto al grado de confiabilidad en la reparación de las fallas o averías que presentan las máquinas es excelente, 22 % es bueno, 44 % es regular y 32 % es malo, según los encuestados en su mayoría el grado de confiabilidad es regular.

Figura 15. **Grado de confiabilidad en la reparación de las fallas o averías que presentan las máquinas**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 16 se identificó que 20 encuestados están de acuerdo respecto a que considera que después de haber realizado un mantenimiento preventivo disminuye la recurrencia de fallas o averías en la maquinaria, lo que equivale a un 95 % y solo 1 están en desacuerdo equivalente a un 5 %, según los encuestados en su mayoría están de acuerdo.

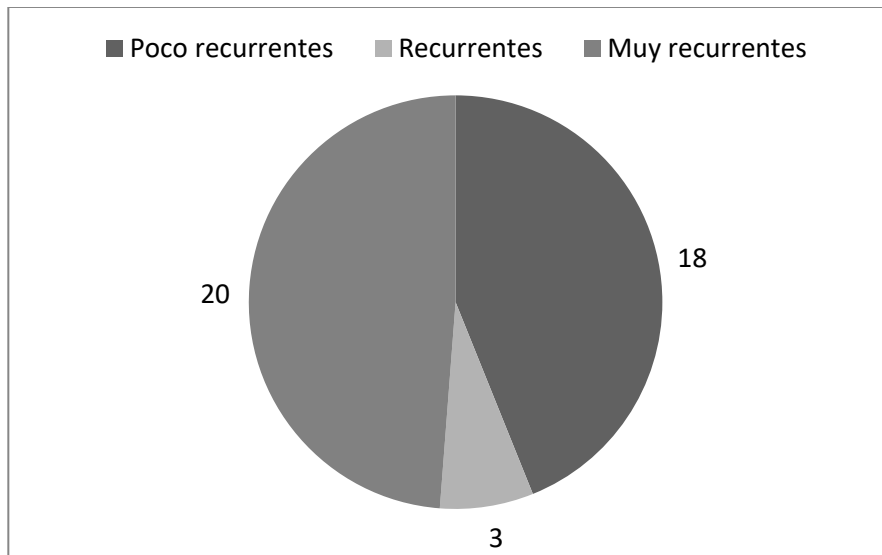
Figura 16. **Considera que después de haber realizado un mantenimiento preventivo disminuye la recurrencia de fallas o averías en la maquinaria**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 17 se identificó que 18 encuestados indican que son poco recurrentes las fallas o averías en la maquinaria después de haber realizado un mantenimiento preventivo lo que equivale a un 44 %, 3 indican que son recurrentes equivalentes a un 7 % y 20 indican que son muy recurrentes equivalentes a un 49 %, según los encuestados en su mayoría la recurrencia de las fallas es muy recurrente.

Figura 17. **Recurrencia de fallas o averías en la maquinaria después de haber realizado un mantenimiento preventivo**

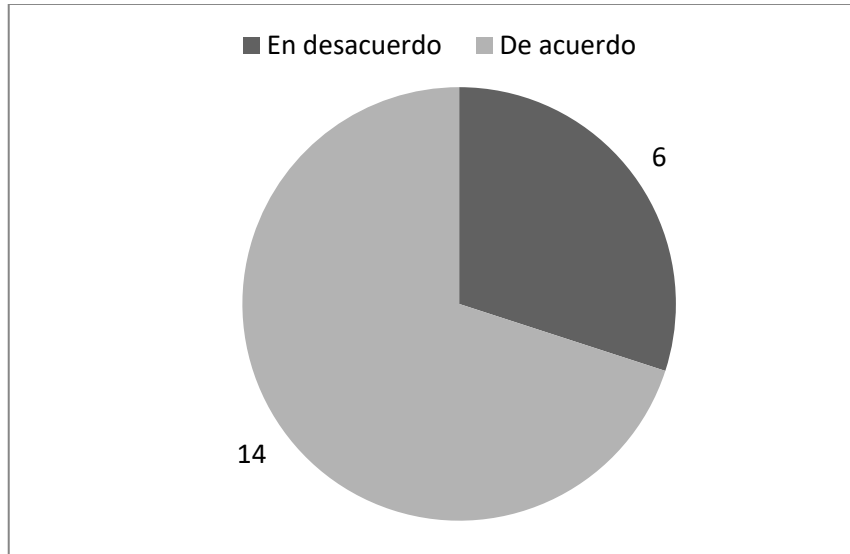


Fuente: elaboración propia.

En el análisis de las figuras anteriores se demostró que el personal de mantenimiento se encuentra en un 95 % de acuerdo respecto a que considera que después de haber realizado un mantenimiento preventivo disminuye la recurrencia de fallas o averías en la maquinaria, en contraposición a la percepción del cliente interno que según los encuestados en su mayoría las fallas o averías en la maquinaria después de haber realizado un mantenimiento preventivo son muy recurrentes.

En la figura 18 se identificó que 15 encuestados están de acuerdo respecto a que el tiempo que se demora para dar una solución ante las fallas o averías que se presentan en las máquinas es el necesario, lo que equivale a un 71 % y 6 están en desacuerdo equivalente a un 29 %, según los encuestados en su mayoría están de acuerdo.

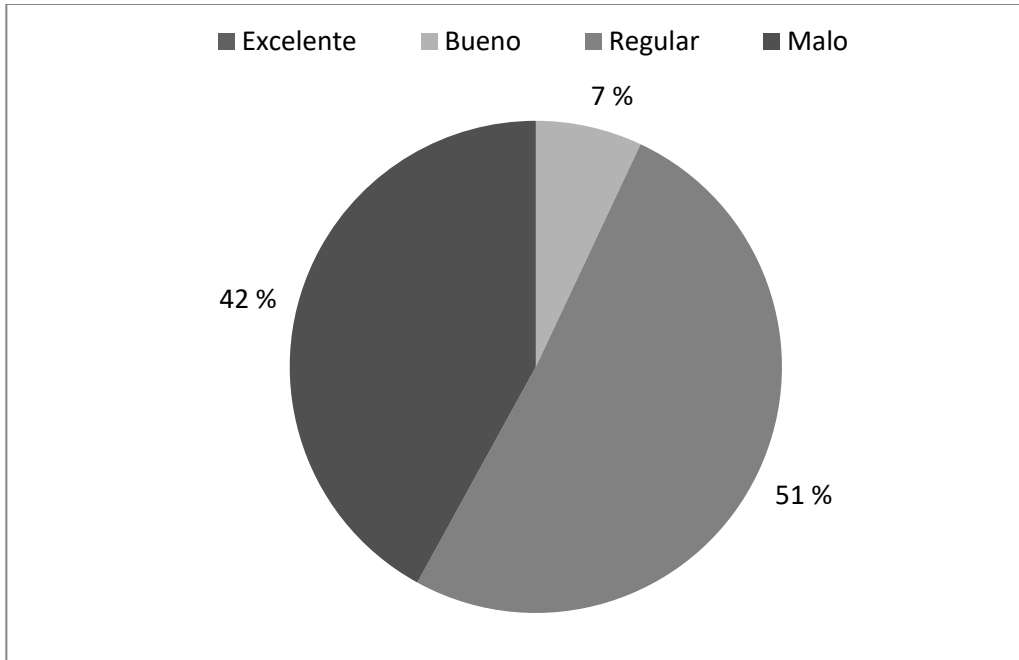
Figura 18. **El tiempo que se demora para dar una solución ante las fallas o averías que se presentan en las máquinas es el necesario**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 19 se observó que el 0 % respecto al tiempo de intervención en la maquinaria para dar solución a las fallas o averías es excelente, 7 % es bueno, 51 % es regular y 42 % es malo, según los encuestados en su mayoría el tiempo de intervención es regular.

Figura 19. **Tiempo de intervención en la maquinaria para dar solución a las fallas o averías es el adecuado**



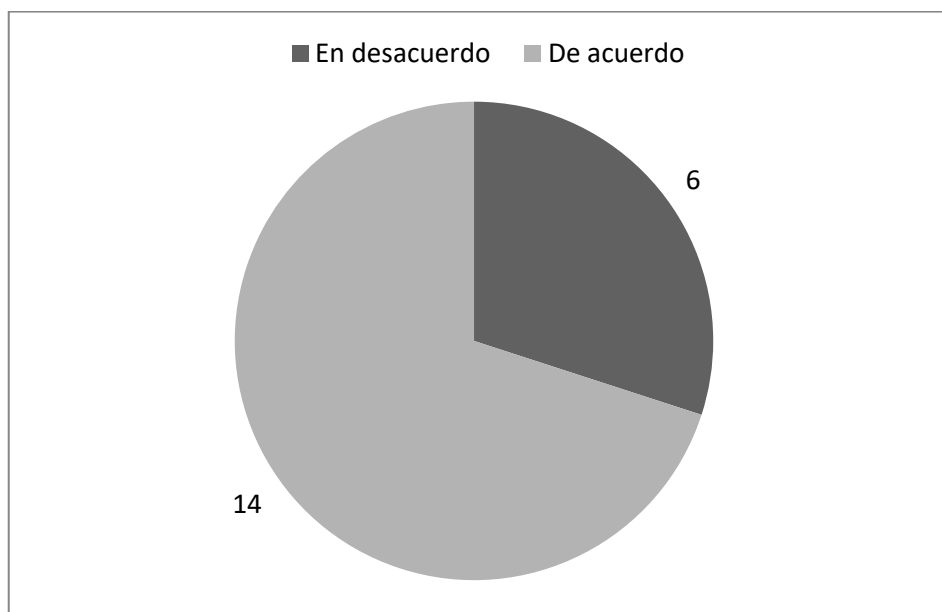
Fuente: elaboración propia.

En el análisis de las figuras anteriores se demostró que el personal de mantenimiento se encuentra en un 7 % de acuerdo respecto a que el tiempo que se demora para dar una solución ante las fallas o averías que se presentan en las máquinas es el necesario, en contraposición a la percepción del cliente interno que según los encuestados en su mayoría el tiempo de intervención en la maquinaria para dar solución a las fallas o averías es regular.

En la figura 20 se identificó que 14 encuestados están de acuerdo respecto a que el seguimiento a las reparaciones programadas y el servicio de los proveedores externos es eficaz, lo que equivale a un 67 % y 7 están en

desacuerdo equivalente a un 29 %, según los encuestados en su mayoría están de acuerdo.

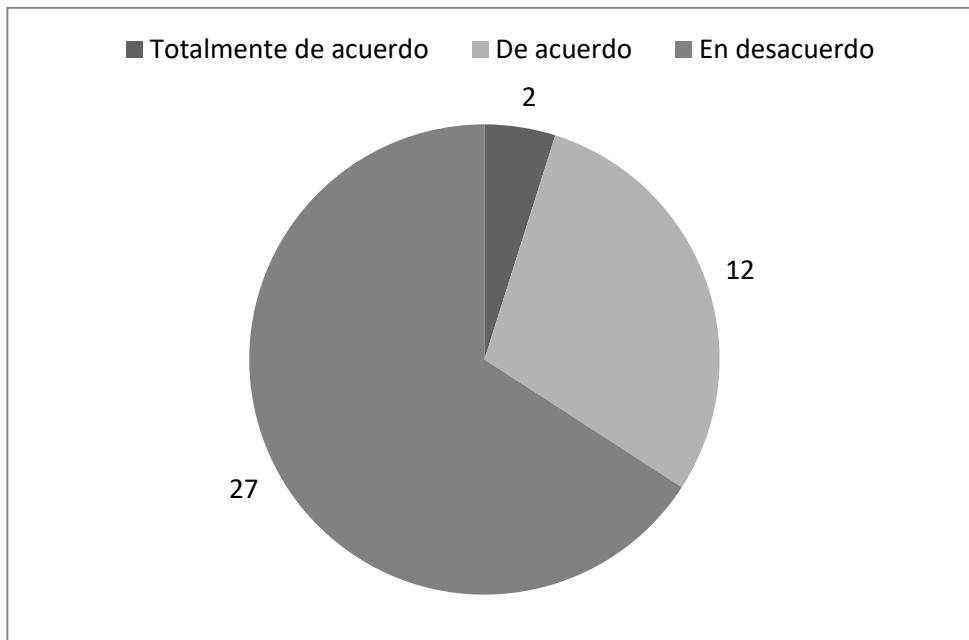
Figura 20. **El seguimiento a las reparaciones programadas y el servicio de los proveedores externos es eficaz**



Fuente: elaboración propia.

En la figura 21 se identificó que 2 encuestados están totalmente de acuerdo con que es eficaz el seguimiento a las reparaciones programadas lo que equivale a un 44 %, 12 indican que están de acuerdo equivalente a un 85 % y 27 indican que están en desacuerdo equivalente a un 66 %, según los encuestados en su mayoría están en desacuerdo con el seguimiento a las reparaciones programadas.

Figura 21. **Es eficaz el seguimiento a las reparaciones programadas**



Fuente: elaboración propia.

En el análisis de las figuras anteriores se demostró que el personal de mantenimiento se encuentra en un 67 % de acuerdo respecto a que el seguimiento a las reparaciones programadas y el servicio de los proveedores externos es eficaz, en contraposición a la percepción del cliente interno que según los encuestados en su mayoría están en desacuerdo a que es eficaz el seguimiento a las reparaciones programadas.

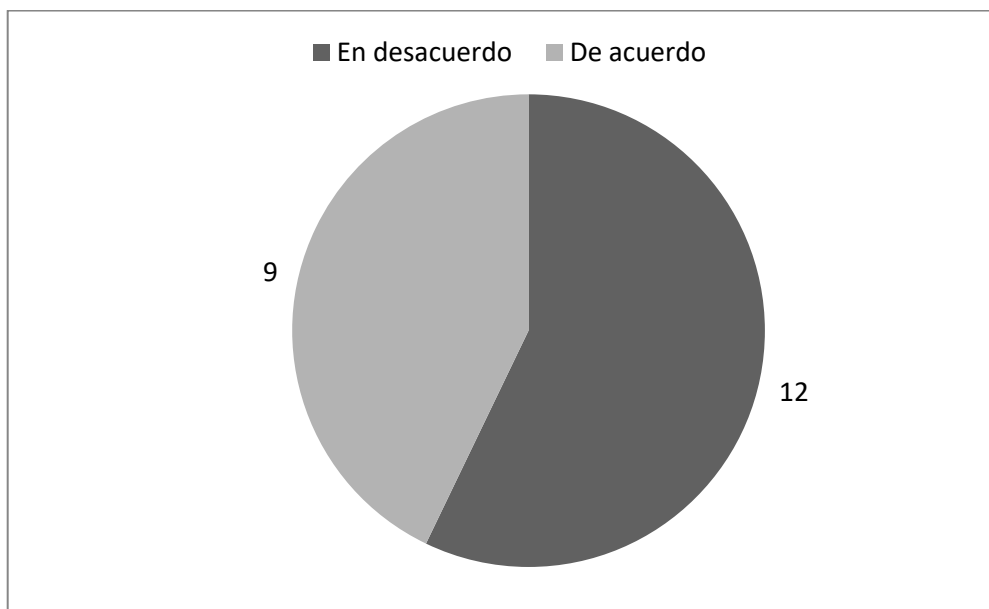
3.1.6. Ejecución presupuestaria

En dicho departamento no se analizan las nuevas inversiones a maquinaria tanto para reparaciones correctivas como para preventivas y los recursos

financieros asignados en el presupuesto, lo que por consecuencia genera la falta de un histórico de servicios realizados y un control de ejecución presupuestaria.

En la figura 22 se identificó que 2 encuestados están de acuerdo respecto a que el abastecimiento en la bodega de repuestos y suministros es la cantidad óptima, lo que equivale a un 10 % y 19 están en desacuerdo equivalente a un 90 %, según los encuestados en su mayoría están en desacuerdo.

Figura 22. **El abastecimiento en la bodega de repuestos y suministros es la cantidad óptima**



Fuente: elaboración propia.

En la tabla VIII se realizó un análisis de la ejecución presupuestaria para cada una de las áreas productivas, comparando el promedio de gasto anual contra el promedio anual del presupuesto dado al departamento de

mantenimiento, obteniendo un 90.37 % de cumplimiento en lo gasto por mantenimiento en relación con el presupuesto.

Tabla VIII. **Promedio anual de ejecución presupuestaria**

Proceso	Gasto (Quetzales)	Presupuesto (Quetzales)
Extrusión	Q.1,808,977.00	Q. 2,437,045.00
Impresión	Q.2,736,636.00	Q.2,633,757.00
Corte	Q. 2,624,751.00	Q.2,984,330.00
Laminación	Q. 877,731.00	Q. 809,349.00
Slitter	Q. 192,682.00	Q.254,200.00
TOTAL	Q. 8,240,777.00	Q. 9,118,681.00
PORCENTAJE		90.37 %

Fuente: elaboración propia.

3.1.7. Medición

La medición en el departamento de mantenimiento se realiza por medio de indicadores, los cuales se obtienen mediante la recopilación de tiempos de fallas y cantidad de fallas, dicha recopilación se obtiene de un sistema de producción ya que el sistema de mantenimiento no se ha gestionado para la obtención de estos, los indicadores que utilizan para medirse son los siguientes:

- IPFT: Interrupción de la producción por falla técnica
- MTBF: tiempo promedio entre fallas
- MTTR: tiempo promedio para reparar

En la tabla IX se observó el promedio anual de tiempo por fallas técnicas en horas para cada uno de los procesos productivos, obteniendo un promedio 1,695 horas de paro por fallas técnicas.

Tabla IX. **Promedio anual de tiempo por fallas técnicas**

Proceso	Tiempo por fallas técnicas (horas)
Extrusión	2100
Impresión	1500
Corte	4500
Laminación	150
Slitter	225
TOTAL	8475
PROMEDIO	1695

Fuente: elaboración propia.

En la tabla X se observó el promedio anual del número de fallas técnicas para cada uno de los procesos productivos, obteniendo un promedio de 342 fallas técnicas.

Tabla X. **Promedio anual del número de fallas técnicas**

Proceso	Número de fallas técnicas
Extrusión	600
Impresión	200
Corte	800
Laminación	30
Slitter	80
TOTAL	1710
PROMEDIO	342

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XI se observó el promedio anual de porcentaje de interrupción por falla técnica para cada uno de los procesos productivos también conocido como IPFT, obteniendo un promedio de 10.69 % de interrupción de la producción por falla técnica.

Tabla XI. **Promedio anual de interrupción de la producción por falla técnica**

Proceso	IPFT
Extrusión	9.72 %
Impresión	23.15 %
Corte	9.77 %
Laminación	6.94 %
Slitter	3.91 %
TOTAL	53.49 %
PROMEDIO	10.69 %

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XII se observó el promedio anual de tiempo promedio entre fallas para cada uno de los procesos productivos también conocido como MTBF, obteniendo un promedio de 50.94 horas para que vuelva a suceder una falla.

Tabla XII. **Promedio anual de tiempo promedio entre fallas**

Proceso	MTBF (horas)
Extrusión	32.5
Impresión	24.9
Corte	51.98
Laminación	67
Slitter	69.19
TOTAL	254.74
PROMEDIO	50.94

Fuente: elaboración propia.

En la tabla XIII se observó el promedio anual del tiempo medio para reparar para cada uno de los procesos productivos también conocido como MTTR, obteniendo un promedio de 4.88 horas para resolver una falla.

Tabla XIII. **Promedio anual de tiempo medio para reparar**

Proceso	MTTR (horas)
Extrusión	3.5
Impresión	7.5
Corte	5.63
Laminación	5
Slitter	2.81
TOTAL	24.44
PROMEDIO	4.88

Fuente: elaboración propia.

3.1.8. Análisis de datos

Se realizó un análisis de datos tomando como referencia un año de recopilación de información para estudiar el comportamiento de los datos y para determinar la productividad promedio considerando el tiempo total productivo partido el tiempo total esperado y el total de producción anual partido la capacidad de producción, obteniendo un 0.94 de productividad.

$$\text{Productividad} = \frac{(114 \times 365 \times 24) - 8475}{(114 \times 365 \times 24)} \times \frac{22,616,744}{23,807,071} = 0.94$$

Se determinó la disponibilidad de que las máquinas se encuentren operando cuando sea requerido, sustituyendo los datos en la fórmula y obteniendo como resultado un 83.35 % de disponibilidad.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{24.44}{24.44 + 4.88} \times 100 = 83.35 \%$$

Para el cálculo de la eficiencia, se utilizó como referencia el total de producción anual partido la capacidad de producción, obteniendo un 0.95 de eficiencia en la producción.

$$\text{Eficiencia} = \frac{22,616,744}{23,807,071} \times 100 = 95 \%$$

Se encontró una confiabilidad de 35 % para que las máquinas realicen correctamente su función durante un año.

$$\text{Confiabilidad} = 2.718^{-\left(\frac{1}{8475}\right)(8760)} = 0.35$$

3.1.9. Documentación técnica

Según la información obtenida, cuando surge una falla o avería el operador de la máquina en conjunto con el supervisor de área, realizan una solicitud de reparación a mantenimiento por escrito, luego corresponde al personal de mantenimiento solventar las fallas o averías que se hayan presentado y la entrega de la máquina para la fase de pruebas.

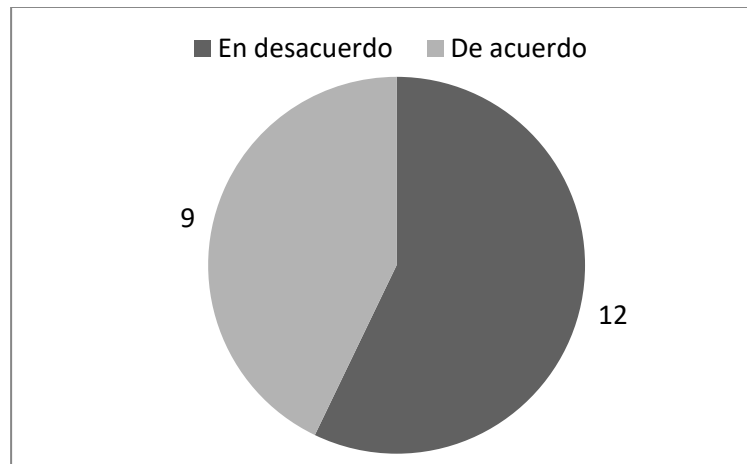
El planificador de mantenimiento, en conjunto con los planificadores de producción, realizan la planificación de mantenimiento preventivo de las máquinas, los responsables de la ejecución son los jefes de mantenimiento de las diferentes áreas y el personal técnico, las actividades realizadas son documentadas manualmente en papel.

La documentación técnica en el departamento de mantenimiento es manual tanto para el mantenimiento correctivo como para el mantenimiento preventivo, el sistema de administración de la información del proceso en este momento es un software en la nube, utilizando GMAC la gestión de mantenimiento asistido por un computador.

El sistema computarizado se adquirió con el propósito de gestionar y controlar la información en el departamento, pero no se utiliza ni aprovecha y se necesita transformar la información física en digital para mejorar el acceso y la obtención de esta, contribuir con el medio ambiente a través de una disminución en el consumo de papel, eliminar los espacios de soporte físicos de información y facilitar la gestión de la información.

En la figura 23 se identificó que 9 encuestados están de acuerdo respecto a que la información técnica que brinda el fabricante está al alcance y se puede obtener de forma fácil y ordenada, lo que equivale a un 43 % y 12 están en desacuerdo equivalente a un 57 %, según los encuestados en su mayoría están en desacuerdo.

Figura 23. **La información técnica que brinda el fabricante está al alcance y se puede obtener de forma fácil y ordenada**



Fuente: elaboración propia.

La información que brinda el fabricante es vital para garantizar el buen funcionamiento de la maquinaria ya que esta proporciona asesoría en modos de uso tanto operacionales como técnicos, según los datos analizados en la gráfica anterior esta información está fuera del alcance, no se puede obtener de forma fácil y esta desordenada.

3.2. Se describieron los lineamientos para la apropiada gestión del sistema de mantenimiento computarizado

Se describieron los lineamientos a través de módulos que interactúan entre sí para brindar la apropiada gestión del sistema de mantenimiento computarizado.


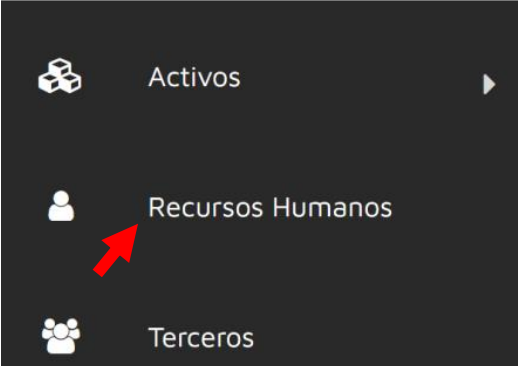
3.2.1. Gestión del recurso humano

En este módulo de control se gestionó al recurso humano, en donde se recomendó que el usuario administrador del sistema actualice y gestione al recurso humano.

En la tabla XIV se observó que en este módulo se agregaron a los jefes de área, supervisores, técnicos y administrativos de mantenimiento, este módulo esta combinado con los módulos de mantenimiento correctivo para que un jefe de área pueda asignar un responsable de ingresar la información técnica en una orden de trabajo y en el mantenimiento preventivo y predictivo para que el planificador de mantenimiento pueda asignar a un responsable de una orden de trabajo, los cuales serán los encargados de realizar las tareas programadas en las máquinas e ingresar la información técnica para completar las órdenes en proceso, ya que los supervisores de producción validarán la información y aceptarán los trabajos realizados dejando dichas órdenes en revisión y con su aprobación el jefe de área finalizar el proceso.

En la tabla XV se explicó la diferencia entre una cuenta de usuarios ó una cuenta de solicitudes, la cuenta de usuarios puede tener ciertos permisos de edición por ejemplo cuando un jefe que puede asignar a un técnico responsable de una orden de trabajo y la cuenta de solicitudes es específica para reportar fallas o averías, por ejemplo, la operación que reporta fallas de las máquinas y los administrativos que reportan fallas en las instalaciones.

Tabla XIV. **Gestión de recurso humano**

Usuario administrador	
<p>Iniciar sesión en su cuenta</p> <p>Email:</p> <p>Email </p> <p><input type="checkbox"/> Recuérdame Olvidé mi contraseña</p> <p>Siguiente</p>	<p>Iniciar sesión en con el usuario y contraseña del usuario administrador.</p>
	<p>Para gestionar al recurso humano</p> <p>Dar clic en el botón recursos humanos.</p>

Continuación de la tabla XIV.

Nombres	Apellidos
Usuario	Corte 1
Usuario	Impresión 1
Usuario	Impresión 2
Usuario	Extrusión 2
Usuario	Supervisores Impresión Laminación
Usuario	Extrusión 3
Usuario	Peletizado 1
Usuario	Extrusión 1

2 Guardar Cerrar

1

General

Nombres:

Dato Requerido

Código: Clasificación 1:

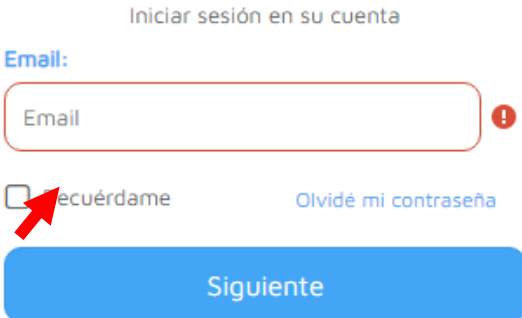

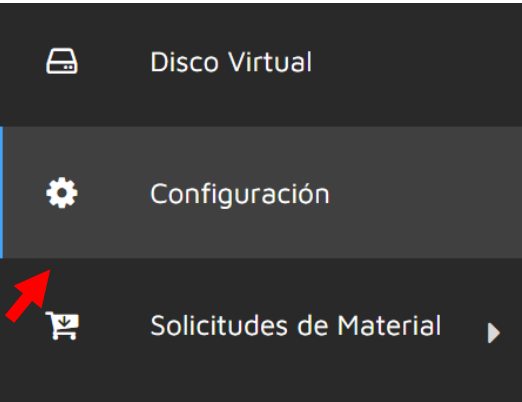

Dirección:

Luego dar clic en el botón agregar

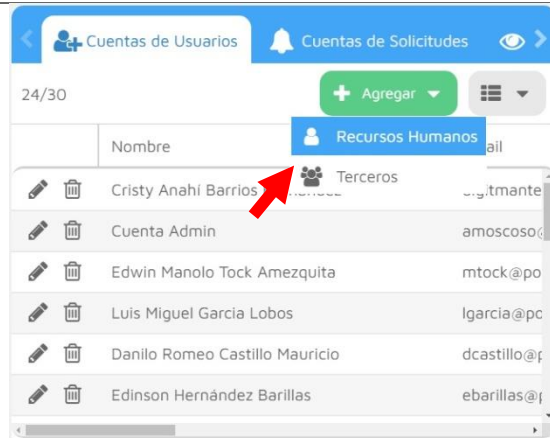
1. Agregar nombres, código, clasificación y dirección/ubicación.
2. Dar clic en guardar.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Gestión de usuarios**

Usuario administrador	
	<p>Iniciar sesión en su cuenta</p> <p>Email:</p> <p>Email </p> <p><input type="checkbox"/> Recuérdame Olvidé mi contraseña</p> <p>Siguiete</p>
	<p>Para gestionar usuarios</p> <p>Dar clic en el botón configuración.</p>
	<p>Cuenta de usuarios</p> <ol style="list-style-type: none">1. Dar clic en el botón cuentas de usuarios.2. Luego dar clic en agregar.

Continuación de la tabla XV.

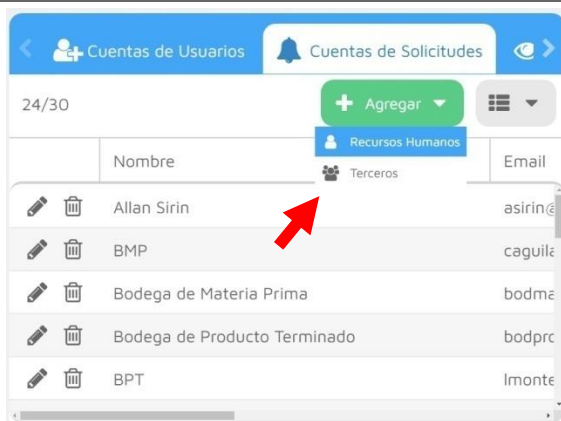


Seleccionar al recurso humano que corresponda crear un usuario y tener permisos de edición.



Cuenta de usuarios

1. Dar clic en el botón cuentas de usuarios.
2. Luego dar clic en agregar.



Seleccionar al recurso humano que corresponda ingresar solicitudes.

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Gestión de activos

En este módulo de control se gestionaron los activos de la empresa, donde se recomendó que el usuario administrador del sistema actualice y gestione dichos activos.

En la tabla XVI se observó que en este módulo se gestionaron los activos de la empresa, en la parte de ubicaciones se crearon todas las áreas de producción y luego en la parte de equipos se ingresaron todas las máquinas que forman parte de las diferentes áreas de producción.

Es importante mencionar que las máquinas que estén dentro de la parte de equipos son las que los usuarios solicitantes podrán reportar para reparación y son los que nos servirán para obtener estadísticas de las fallas más frecuentes ó recurrencia de fallas.

Tabla XVI. **Gestión de activos**

Usuario administrador

Iniciar sesión en su cuenta

Email:

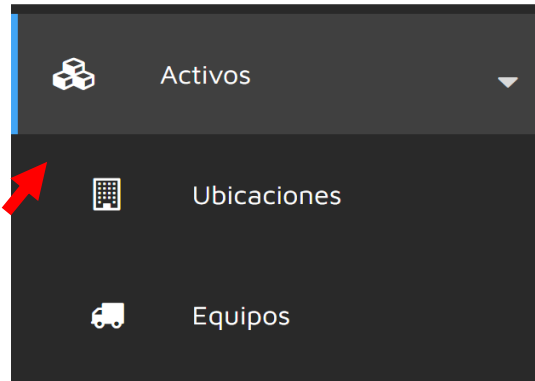
Email !

Recuérdame [Olvidé mi contraseña](#)

Siguiente

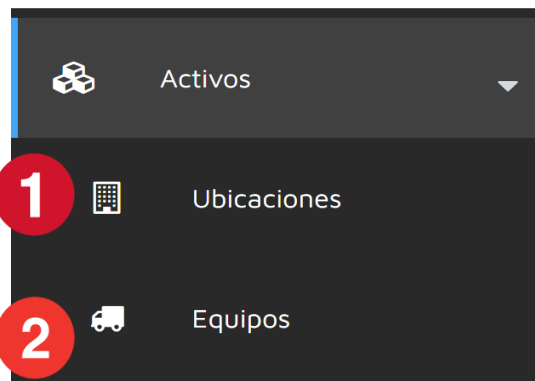
Iniciar sesión en con el usuario y contraseña del usuario administrador.

Continuación de la tabla XVI.



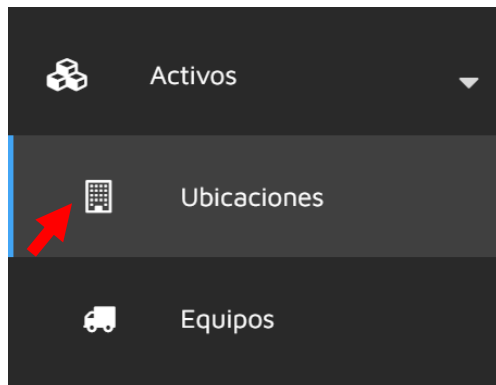
Para gestionar activos

Dar clic en el botón activo.



1. En la categoría ubicaciones se crean las áreas de producción.

2. En la categoría equipos se crean todas máquinas que están en las áreas de producción.



Para agregar áreas

Dar clic en ubicaciones.

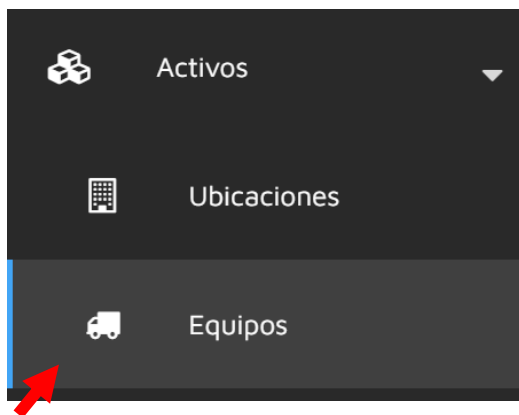
Continuación de tabla XVI.



Luego dar clic en el botón agregar.



1. Agregar localización, nombre y dirección/ubicación.
2. Luego dar clic en guardar.



Para agregar máquinas

Dar clic en equipos.

Continuación de tabla XVI.



The screenshot shows a list of items with the following descriptions: Descripción, SG00 Servicios Generales, MQ00 Materiales Quebradizos, IMPO0 Área de Impresión, LAM00 Área de Laminación, COR00 Área de Corte, and SLT00 Área de Slitter. Above the list are three buttons: 'Agregar' (green with a plus icon), 'Editar' (blue with a pencil icon), and 'Eliminar' (red with a trash icon). A red arrow points to the 'Agregar' button.

Luego dar clic en el botón agregar.



The screenshot shows a 'General' form with a QR code on the left and input fields for 'Nombre', 'Fabricante', 'Modelo', and 'Número de Serial'. The 'Nombre' field has a red border and a red circle with the number '1' over it, and a red error message 'Dato Requerido' below it. At the top right, there are 'Guardar' (green) and 'Cerrar' (red) buttons, with a red circle with the number '2' over the 'Guardar' button.

1. Agregar nombre, fabricante, modelo y número de serial.

2. Luego dar clic en guardar.

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Gestión de mantenimiento

En los siguientes módulos de control se pretendió establecer los lineamientos para la gestión del mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo, mediante la interacción entre el usuario administrador y los usuarios solicitantes.

3.2.3.1. Gestión del mantenimiento correctivo

Este módulo se inicia cuando se ingresa una solicitud de trabajo reportando una falla o avería en la máquina por parte de los usuarios solicitantes, luego el jefe de mantenimiento del área asigna a un responsable para la solución de la falla reportada generando una orden de trabajo, el técnico asignado deberá realizar las reparaciones o ajustes correspondientes y luego deberá ingresar la información técnica de la reparación que realizó, siendo esta validada por un supervisor del área de producción el cual cambiará el estado la orden de trabajo en proceso a en revisión y, por último, el jefe de área revisa la información y cambia de estado ha finalizado.

En la tabla XVII los usuarios solicitantes deberán reportar las fallas, averías o ajustes temporales que presenten sus máquinas para reparación.

En la tabla XVIII el jefe del área analiza la solicitud de trabajo ingresada y asigna a un técnico responsable para la solución de la falla o avería.

En la tabla XIX el técnico responsable realiza las reparaciones o ajustes correspondientes y luego ingresa la información técnica, el anotará todo el procedimiento que realizó para la solución de la falla, incluyendo tiempos, herramientas, repuestos, servicios externos y experiencia requerida.

En la tabla XX el supervisor validará que la reparación o el ajuste sea satisfactorio y que se haya solventado el problema, cambiando el estado de la orden de trabajo en proceso a en revisión.


En la tabla XXI el jefe de área revisará toda la información ingresada y finalizará la orden de trabajo.

Tabla XVII. **Gestión del mantenimiento correctivo, usuario solicitante**

Usuario solicitante

Iniciar sesión en su cuenta

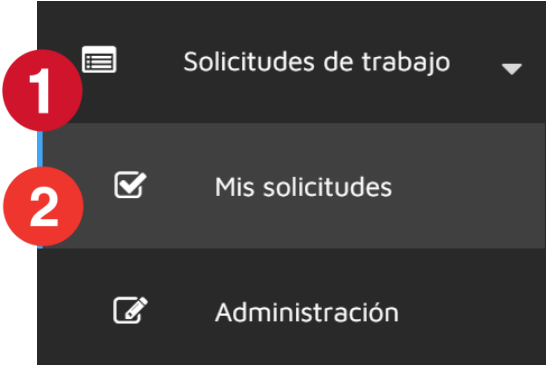
Email:



Recuérdame [Olvidé mi contraseña](#)

Siguiente

Para ingresar solicitudes



1. Dar clic en el botón solicitudes de trabajo.
2. Dar clic en el botón mis solicitudes.

+ Nueva Solicitud

Activo
Ext 27 Cañon B
EXT04
Ext 27 Cañon B
Sit 01 Perforadora
EXT27

Luego dar clic en el botón nueva solicitud.

Continuación de tabla XVII.

The screenshot shows a web form titled 'Nueva Solicitud'. At the top right, there are two buttons: a green 'Guardar' button with a checkmark and a red 'Cancelar' button with an 'X'. A red circle with the number '3' is positioned above the 'Guardar' button. Below the title bar, there is a question '¿Conoce el activo?' with a checkbox labeled 'Si' and an eye icon. A red circle with the number '1' is placed over the checkbox. Below this is a text input field labeled 'Descripción solicitud:'. A red circle with the number '2' is placed over the input field. At the bottom right of the form area, there is a red circle with the number '3'.

1. Dar clic en el botón si conoce el activo y seleccionar el que corresponda.
2. Agregar una descripción de solicitud.
3. Luego dar clic en el botón guardar.

Fuente: elaboración propia.

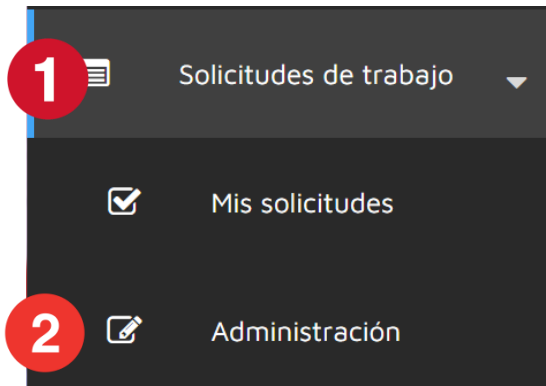
Tabla XVIII. **Gestión del mantenimiento correctivo, usuario jefe**

Usuario técnico

The screenshot shows a login form with the heading 'Iniciar sesión en su cuenta'. Below the heading, the label 'Email:' is followed by a text input field containing the word 'Email'. A red arrow points to the input field, and a red exclamation mark icon is to its right. Below the input field, there is a checkbox labeled 'Recuérdame' and a link 'Olvidé mi contraseña'. At the bottom, there is a large blue button labeled 'Siguiente'.

Iniciar sesión en con el usuario y contraseña del usuario jefe.

Continuación de la tabla XVIII.



Para asignar una solicitud

1. Dar clic en el botón solicitudes de trabajo.
2. Luego dar clic en el botón administración.

Localización

<input type="checkbox"/>		Nro Soli...	OTs	Fecha de Creación
<input type="checkbox"/>		26973		2020-02-10 10:17
<input type="checkbox"/>		26972		2020-02-10 10:13
<input type="checkbox"/>		26971		2020-02-10 10:06
<input type="checkbox"/>		26970		2020-02-10 10:02
<input type="checkbox"/>		26969		2020-02-10 09:54
<input type="checkbox"/>		26968		2020-02-10 09:17
<input type="checkbox"/>		26967		2020-02-10 08:40

Buscar la solicitud que quiera asignar y dar clic en el cuadro que tiene en la esquina una flecha diagonal.

Tarea No Planificada

Descripción de la Tarea:
problema con el carro jalador de paquetes esta dando mucho problema no siempre pasa de largo

Notas:

1 2

Tipo de Tarea: Clasificación 1: Clasificación 2:
...Seleccione ...Seleccione ...Seleccione

Prioridad: Duración Estimada:
Media 0 :HH 10 :MM

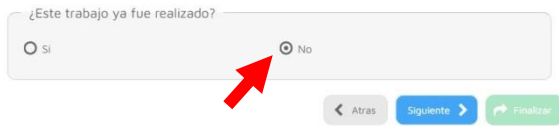
3

Se muestra la descripción de la tarea ingresada. (No modificar).

- Llenar todos los campos solicitados:
1. Tipo de tarea.
 2. Clasificación 1 y clasificación 2.
 3. Duración estimada.

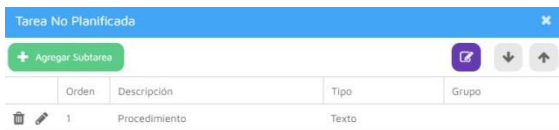
Continuación de la tabla XVIII.

En el espacio ¿este trabajo ya fue realizado?, dar clic en el botón no.



Dar clic en el botón siguiente.

El botón si no se podrá utilizar, ya que las tareas no pueden ser finalizadas sin una previa revisión por parte de la supervisión de producción.



Dar clic en el botón siguiente.

El procedimiento será descrito al momento de ingresar la información técnica.



1. Dar clic en el botón **enviar a OTs en proceso**.

2. Buscar el nombre de la persona Responsable de la solicitud.

3. Dar clic en el botón siguiente.

El botón enviar a tareas pendientes se podrá utilizar solo si la tarea necesita una fecha posterior para la reparación.

Continuación de la tabla XVIII.

Tarea No Planificada

¿Falló el Activo?

Sí No

< Atras Siguiente > Finalizar

1. Si no falló el activo dar clic en el botón no.
2. Dar clic en el botón finalizar.

Tarea No Planificada

Tipo de falla: ...Seleccione

Causa de falla: ...Seleccione

Método de detección de falla: ...Seleccione

Severidad de la falla: Tipo de daño causado: Ninguno

Tiempo de interrupción a otros activos: 0 :HH 0 :MM

Activo fuera de servicio

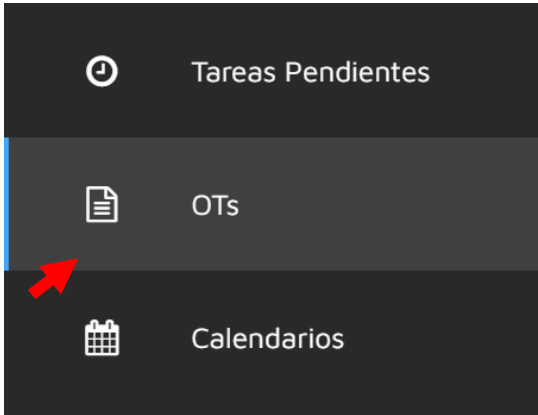
< Atras Siguiente > Finalizar

Si falló el activo, dar clic en siguiente llenar los campos solicitados:

1. Agregar tipo de falla, causa de falla, método de detección de falla, severidad de la falla, tipo de daño causado.
2. Dar clic en el botón finalizar.

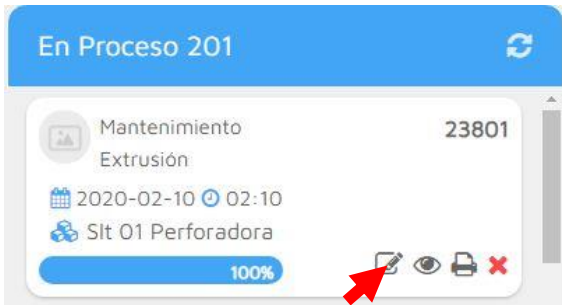
Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Gestión del mantenimiento correctivo, usuario técnico**



Para ingresar información técnica:

1. Dar clic en el botón OTs.



Utilizar solo el espacio en proceso.

Dar clic en el cuadro que tiene en la esquina un lápiz.



1. Ingresar la fecha y hora de inicio y finalización, tiempo de ejecución y tiempo real de paro del activo.
2. Luego dar clic en el botón siguiente.

Continuación de la tabla XIX.

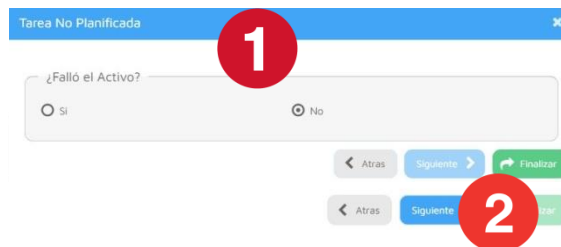


Tarea No Planificada

1 - Procedimiento:

< Atras > Siguiente Finalizar

Ingresar el procedimiento que realizó para dar solución a la falla reportada.



Tarea No Planificada

¿Falló el Activo?

Si No

< Atras Siguiente > Finalizar

< Atras Siguiente > Finalizar

1. Si no falló el activo dar clic en el botón no.
2. Dar clic en el botón finalizar.



Tarea No Planificada

Tipo de falla:
...Seleccione

Causa de falla:
...Seleccione

Método de detección de falla:
...Seleccione

Severidad de la falla: Tipo de daño causado:
Ninguno

Tiempo de interrupción a otros activos:
0 :HH 0 :MM

Activo fuera de servicio?

< Atras Siguiente > Finalizar

Si falló el activo, dar clic en siguiente llenar los campos solicitados:

1. Agregar tipo de falla, causa de falla, método de detección de falla, severidad de la falla, tipo de daño causado.
2. Dar clic en el botón finalizar.


Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Gestión del mantenimiento correctivo, usuario supervisor**

Usuario supervisor

Iniciar sesión en su cuenta

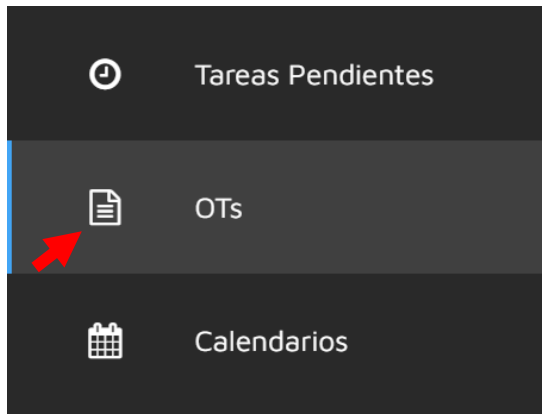
Email:

Email 

Recuérdame [Olvidé mi contraseña](#)

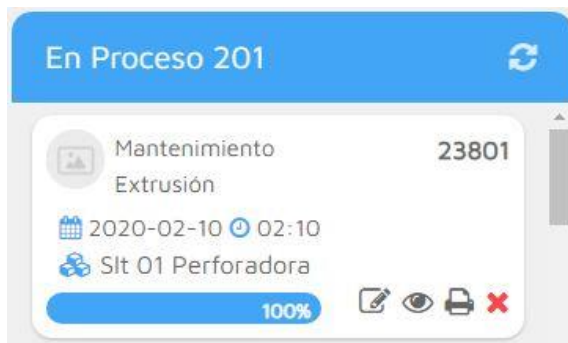
Siguiente

Iniciar sesión en con el usuario y contraseña del usuario supervisor.



Para validar ordenes de trabajo

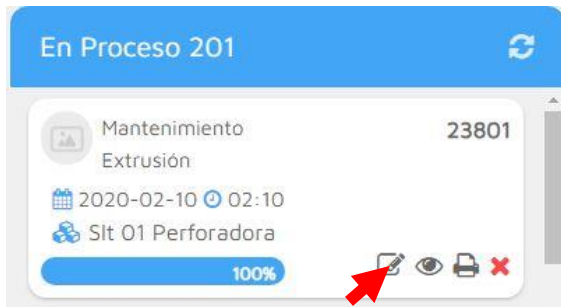
2. Dar clic en el botón OTs.



Revisar solo las solicitudes que estén al 100 % en proceso.

Para revisar el contenido de una orden de trabajo dar clic en el ojo azul.

Continuación de la tabla XX.



Dar clic en el cuadro que tiene en la esquina un lápiz.



1. Proceder a realizar la firma digital, en donde dice firma.

2. Dar clic en el botón guardar.


Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Gestión del mantenimiento correctivo, usuario jefe**

Usuario jefe

Iniciar sesión en su cuenta

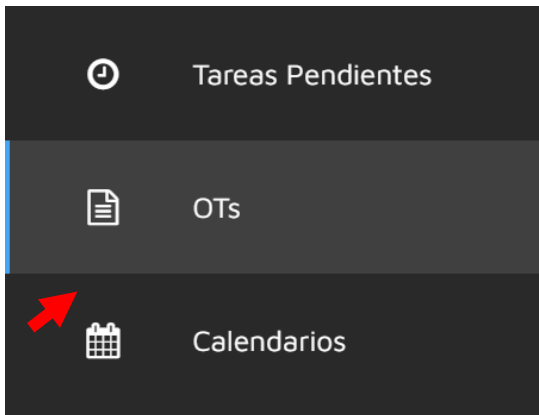
Email:

Email 

Recuérdame [Olvidé mi contraseña](#)

Siguiente

Iniciar sesión en con el usuario y contraseña del usuario jefe.



Para validar ordenes de trabajo:

3. Dar clic en el botón OTs.




Revisar solo las solicitudes que estén al 100 % en revisión.

Para revisar el contenido de una orden de trabajo dar clic en el ojo gris.

Si la orden cuenta con: información técnica y calificación por el supervisor de producción.

Continuación de la tabla XXI.

Confirmar ×

 La OT 23691 tiene un 100% de realización.
Esta operación es irreversible, ¿Desea Continuar?

Proceda a arrastrar la orden de trabajo a órdenes finalizadas y dar clic en el botón sí.

Fuente: elaboración propia.

3.2.3.2. Gestión del mantenimiento preventivo

Este módulo se inicia cuando el planificador de mantenimiento agrega un plan de tareas por cada máquina, ingresando tareas mecánicas, eléctricas, electrónicas, lubricación y limpieza, luego asigna la fecha en la cual se dará el mantenimiento preventivo y en tareas pendientes asigna un técnico responsable de las tareas correspondientes, esta información es ingresada en las órdenes de trabajo en proceso del sistema.


En la tabla XXII el planificador agrega las máquinas al plan de tareas, con todas las actividades preventivas que se darán en el mantenimiento seguidamente asigna la fecha en la cual se dará el mantenimiento preventivo y en tareas pendientes asignará a un técnico responsable, luego, imprimirá la lista de verificación la cual el técnico responsable debe llenar conforme las actividades que esté realizando y terminado el mantenimiento, el planificador ingresará las actividades realizadas en el sistema para revisión del supervisor del área y finalización del jefe de mantenimiento.

Tabla XXII. **Gestión del mantenimiento preventivo, usuario administrador**

Usuario administrador

Iniciar sesión en su cuenta

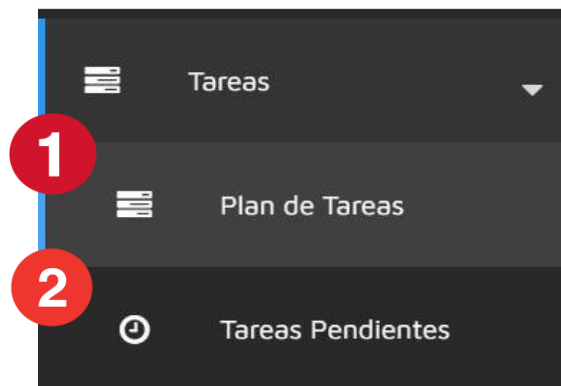
Email:

Email 

Recuérdame [Olvidé mi contraseña](#)

Siguiente

Iniciar sesión en con el usuario y contraseña del usuario administrador.



Para crear plan de tareas

1. Dar clic en el botón tareas.
2. Dar clic en el botón plan de tareas.

+ Agregar **Editar** **Eliminar** 

<input type="checkbox"/>	Descripción
<input type="checkbox"/>	Plan de Cortadora 01
<input type="checkbox"/>	Plan de Cortadora 02
<input type="checkbox"/>	Plan de Cortadora 03
<input type="checkbox"/>	Plan de Cortadora 04
<input type="checkbox"/>	Plan de Cortadora 09

Dar clic en el botón agregar.

Continuación de tabla XXII.

Plan de Tareas ✓ Guardar ✕

Descripción del Plan de Tareas:

❗ Este campo es obligatorio

1. Escribir un plan de mantenimiento por máquina.
2. Dar clic en guardar.

+ Agregar ✎ Editar 🗑️ Eliminar ☰

Descripción 1

Plan de Cortadora 01

Plan de Cortadora 02

Plan de Cortadora 03

Plan de Cortadora 04

Plan de Cortadora 09

Seleccionar el plan a editar.

1. Dar clic en el botón editar.

✓ Guardar ✕ Cerrar

Plan de Tareas: Limitar Acceso a Esta Localización:

☰ Tareas + Agregar ☰ Opciones ▾

	Descripción	Duración Estimada
	Mantenimiento Preventivo ...	48:00
	Plan de Lubricación	48:00
	Plan de Limpieza Operacio...	48:00

Dar clic en el botón agregar.


Tarea ✓ Guardar ✕

+ Agregar Subtarea 👁️ ⬇️ ⬆️

Orden	Descripción	Tipo	Grupo
<i>Sin Registro(s) para mostrar</i>			

Dar clic en el botón agregar subtarea.

Continuación de la tabla XXII.



Nuevo Item 2 ✓ Guardar ✕

Tipo: 1

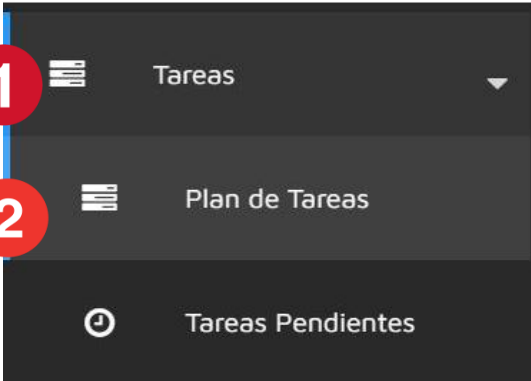
Grupo/Parte: ...Selecione

Descripción:

Obligatorio Adjunto Requerido

1. Agregar tipo, grupo/parte, descripción.
2. Dar clic en el botón guardar.

Utilizar el botón de obligatorio si para la tarea es requerido.




1 Tareas

2 Plan de Tareas

Tareas Pendientes

Para asignar fecha de mantenimiento:

1. Dar clic en el botón tareas.
2. Dar clic en el botón plan de tareas.



+ Agregar Editar Eliminar

1

Descripción

Plan de Cortadora 01

Plan de Cortadora 02

Plan de Cortadora 03

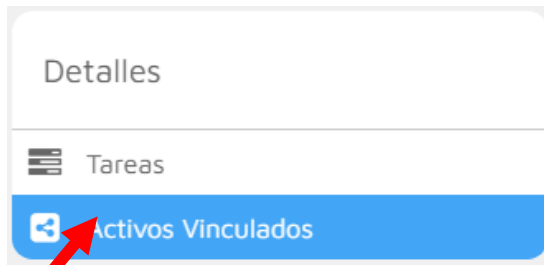
Plan de Cortadora 04

Plan de Cortadora 09

Seleccionar el plan a generar.

1. Dar clic en el botón editar.

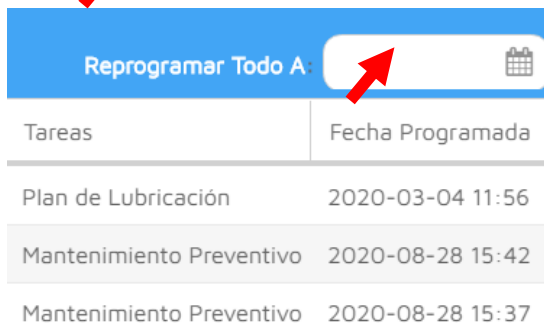
Continuación de la tabla XXII.



Seleccionar en la parte de detalles activos vinculados



Seleccionar el calendario.

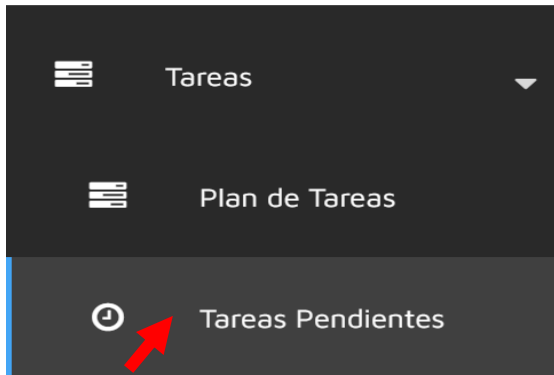


Seleccionar la fecha programada para el mantenimiento preventivo.



Dar clic en el botón guardar.

Continuación de la tabla XXII.



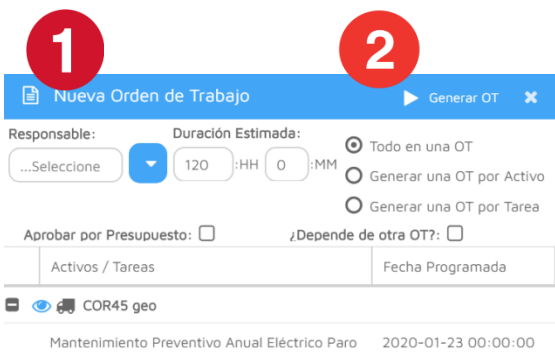
Para crear ordenes de trabajo:

Dar clic en el botón tareas pendientes



Seleccionar tarea pendiente de orden de trabajo

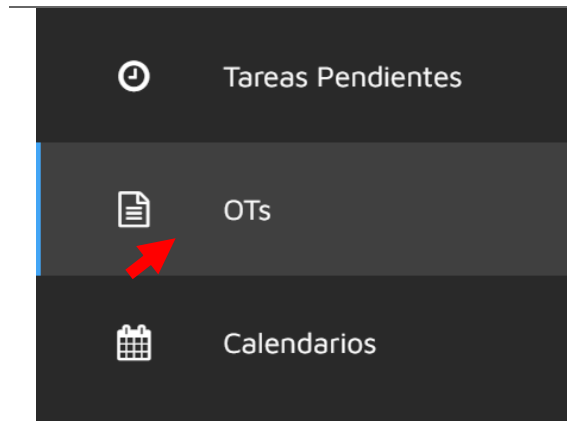
Dar clic en el botón nueva orden de trabajo



1. Seleccionar un responsable.

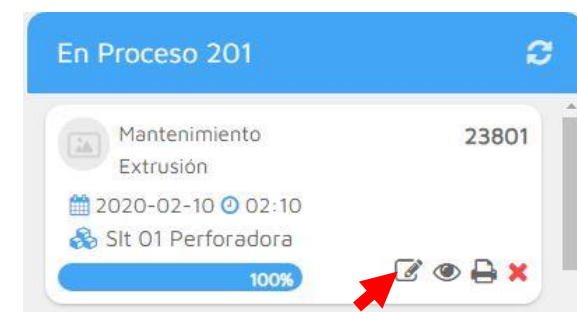
2. Dar clic en el botón generar OT.

Continuación de la tabla XXII.



Para ingresar información a una orden de trabajo:

4. Dar clic en el botón OTs



Utilizar solo el espacio en proceso.

Dar clic en el cuadro que tiene en la esquina un lápiz.

Realizar tarea: Plan de Limpieza Operacional

Fecha de inicio: 2020-02-08 13:22 Fecha de finalización: 2020-02-10 13:22

Duración Estimada: 48 :HH 0 :MM **1** Tiempo de Ejecución: 48 :HH 0 :MM

Tiempo Estimado de Paro del Activo: 48 :HH 0 :MM Tiempo Real de Paro del Activo: 48 :HH 0 :MM

< **2** Siguiente Finalizar >

1. Ingresar la fecha y hora de inicio y finalización, tiempo de ejecución y tiempo real de paro del activo.

2. Luego dar clic en el botón siguiente.

Continuación de la tabla XXII.

Realizar tarea: Plan de Limpieza Operacional

1 - Grupo/Parte: SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL
PROCEDIMIENTO DE BLOQUEO/ETIQUETADO: 1.- Comprobar EPP:

Si	No	N/A
----	----	-----

2 - Grupo/Parte: Cilindro neumático
Limpieza externa de cilindros neumáticos:

Si	No	N/A
----	----	-----

3 - Grupo/Parte: Cilindro
Limpieza externa de los rodillos de hule:

Si	No	N/A
----	----	-----

< Atras > Siguiente Finalizar

1. Seleccionar las tareas realizadas

2. Dar clic en el botón finalizar

Fuente: elaboración propia.

3.2.3.3. Gestión del mantenimiento predictivo

En seguimiento a la gestión del mantenimiento predictivo, este módulo se gestionará de igual forma que el mantenimiento preventivo a diferencia que el plan de tareas ingresadas será sobre mediciones de calidad de energía, análisis de vibraciones, termografía, aislamiento y medición eléctricos a transformadores, rutinas de lubricación y ultrasonidos a equipos críticos, promoviendo el monitoreo basado en condición.

Para generar la orden de trabajo, el planificador asignará la fecha, de acuerdo con la frecuencia que tenga establecida cada rutina o medición en tareas pendientes, también asigna un técnico responsable de las tareas y luego con esta información se genera la orden de trabajo en proceso, se ejecuta la rutina y las mediciones y se procede a ingresar la información y datos obtenidos en el

sistema por el técnico responsable para revisión del supervisor del área y finalización del jefe de mantenimiento.

3.2.4. Gestión de medición

Este módulo proporcionó información de medición, en donde se recomendó que el usuario administrador del sistema actualice y gestione los datos para indicadores.

En la tabla XXIII se observó que en este módulo se gestionaron los indicadores y la obtención de estos es necesario que todos los campos de los módulos anteriores sean completados, esto ayudará a que se pueda obtener datos como severidad de fallas y gráficos de prioridad de tareas en ordenes de trabajo abiertas, tareas planificadas contra no planificadas, porcentaje de cumplimiento, análisis de órdenes de trabajo, entre otros.

Tabla XXIII. Gestión de medición

Usuario administrador

Iniciar sesión en su cuenta

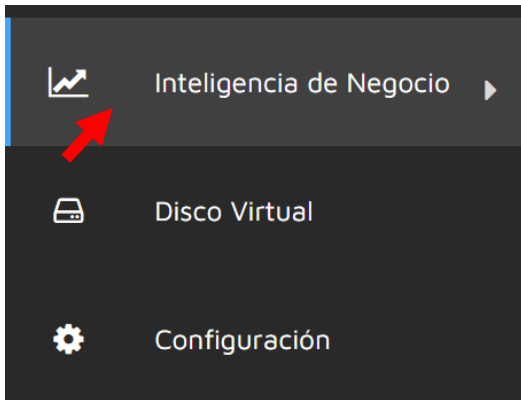
Email:

Email

!

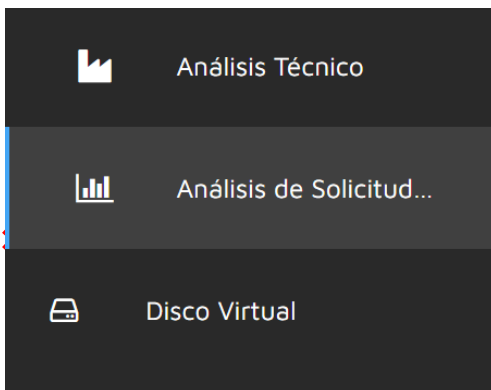
Siguiente

Continuación de la tabla XXIII.



Para generar un gráfico de solicitudes reportadas contra solucionadas

Dar clic en el botón inteligencia de negocio.




Dar clic en el botón análisis de solicitudes.



1. Seleccionar el área en la parte de localización y fecha que desee graficar.

2. Dar clic en el botón filtrar.

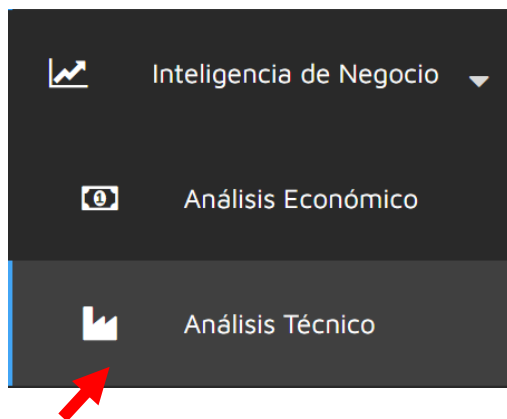
Continuación de la tabla XXIII.



Para generar fallas más frecuentes

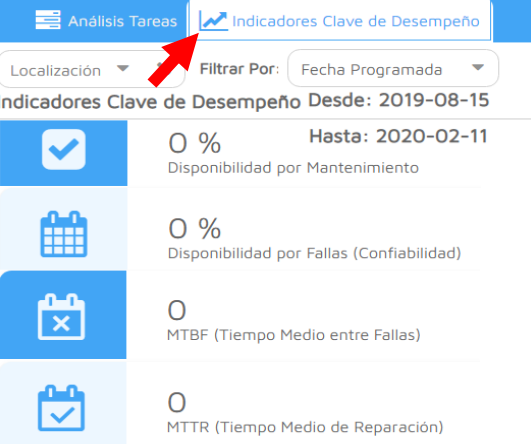
1. Dar clic en el botón activos reportados.
2. Seleccionar el área en la parte de localización y fecha que desee graficar.
3. Dar clic en el botón filtrar.

Activo	Cantidad de Fallos Reportados
COR09	424
COR65	388
COR41	340
COR03	331



Para generar indicadores clave del desempeño

Dar clic en el botón análisis técnico.



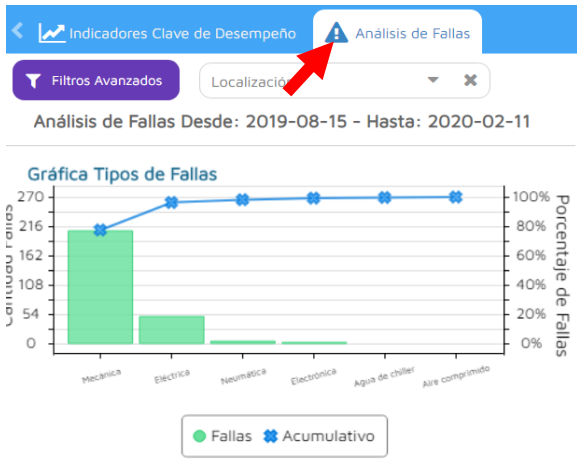
Indicadores Clave de Desempeño Desde: 2019-08-15

0 %	Hasta: 2020-02-11
0 %	
0	
0	

Seleccionar la pestaña indicadores clave de desempeño.

Filtrar el área en localización y la fecha programada.

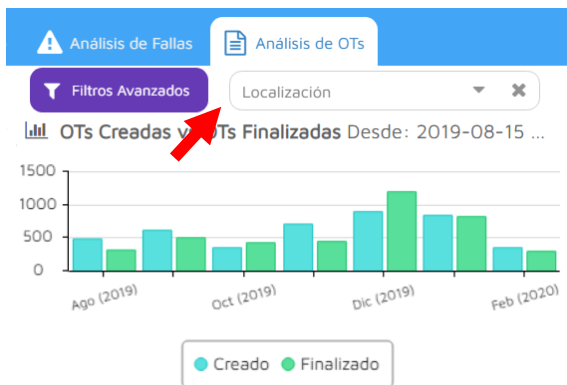
Continuación de la tabla XXIII.



Para generar un análisis de fallas

Seleccionar la pestaña análisis de fallas.

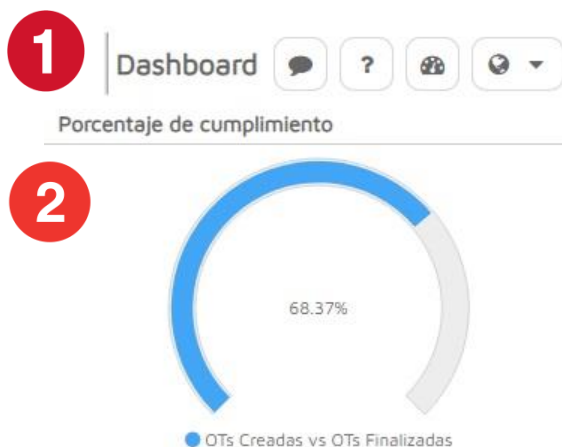
Filtrar el área en localización y la fecha programada.



Para generar un análisis de ordenes de trabajo

Seleccionar la pestaña análisis de OTs.

Filtrar el área en localización y la fecha programada.



Para generar porcentaje de cumplimiento

1. Dar clic en el tablero.

2. Ver el porcentaje de cumplimiento.

Continuación de la tabla XXIII.

1 Dashboard

Tareas Planificadas vs No Planificadas

2

Tareas Planificadas	190
Tareas No Planificadas	455

Para un gráfico de tareas planificadas contra no planificadas

1. Dar clic en el tablero.
2. Ver el gráfico de tareas planificadas contra no planificadas.

1 Dashboard

Prioridad de Tareas en OTs Abiertas

2

Muy Alta	16
Alta	20
Media	157
Baja	11
Muy Baja	0

Para generar prioridad de tareas en OTs abiertas

1. Dar clic en el tablero.
2. Ver la prioridad de tareas en OTs abiertas.

1 Dashboard

Severidad de Fallas

2

Muy Alta	2
Alta	0
Media	0
Baja	0
Muy Baja	0

Para generar severidad de fallas

1. Dar clic en el tablero.
2. Ver la prioridad la severidad de las fallas.

Fuente: elaboración propia.

3.2.5. Gestión efectiva de repuestos

Este módulo proporcionó información del abastecimiento de repuestos, donde se recomendó que el usuario administrador del sistema actualice y gestione las cantidades óptimas de repuestos, es recomendable que el planificador verifique la existencia de repuestos no solo en el sistema si no también en almacén.

En la tabla XXIV en este módulo se ingresaron todos los repuestos utilizados en mantenimiento para proceder con la gestión del abastecimiento de los mismo, en donde se establecen las cantidades óptimas de repuestos en bodega y se establece lo requerido para mantener en buenas condiciones las máquinas, con repuestos de la mejor calidad al menor costo considerando solo los repuestos de mayor tránsito para que los repuestos especiales de mayor costo y complejidad en la entrega, se soliciten cuando fallen las máquinas.

Tabla XXIV. **Gestión efectiva de repuestos**

Usuario administrador

Iniciar sesión en su cuenta

Email:

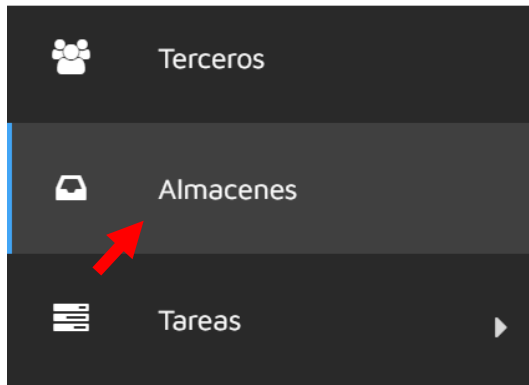
Email !

Recuérdame [Olvidé mi contraseña](#)

Siguiente

Iniciar sesión en con el usuario y contraseña del usuario administrador.

Continuación de la tabla XXIV.



Para agregar un almacén

Seleccionar el botón almacenes.



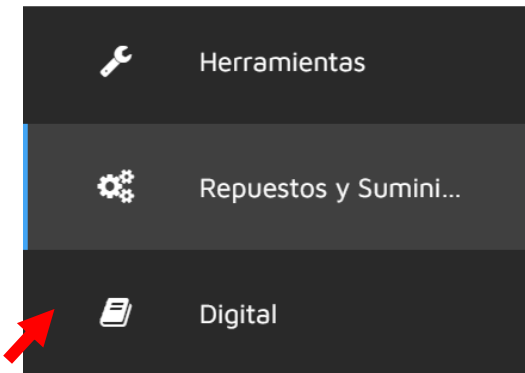
Dar clic en el botón agregar.



1. Agregar código descripción, dirección y ciudad.

2. Dar clic en el botón guardar.

Continuación de la tabla XXIV.



Para agregar repuestos

Seleccionar el botón de repuestos y suministros.



Dar clic en el botón agregar.



2. Llenar los campos con nombre y número de parte.

3. Dar clic en el botón guardar.

Fuente: elaboración propia.

3.2.6. Gestión de la información del fabricante

Este módulo proporcionó la información del fabricante, en donde se recomendó que el usuario administrador del sistema actualice y gestione la información que brinda el fabricante.


En la tabla XXV se observó que en este módulo se ingresaron los manuales correspondientes a la impresora 14 por lo que se recomienda ingresar todos los manuales de las máquinas para que se preserve la información que brinda el fabricante, para solventar fallas y ajustes que sean complejos tomando en cuenta la fabricación y capacidad de la máquina, la marca de repuesto que utiliza y mantener las condiciones para lo que fue creada, cuidando las especificaciones que del fabricante para su uso.

Tabla XXV. **Gestión de la información del fabricante**

Usuario administrador

Iniciar sesión en su cuenta

Email:

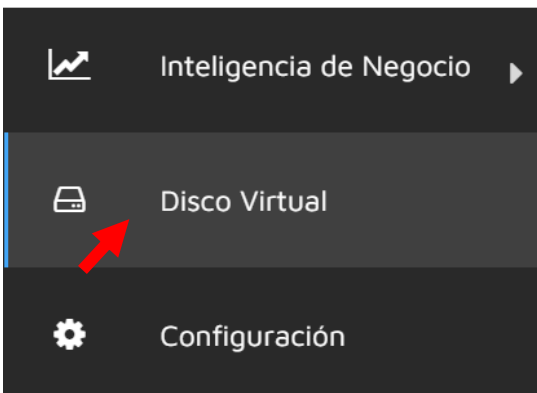
Email 

Recuérdame [Olvidé mi contraseña](#)

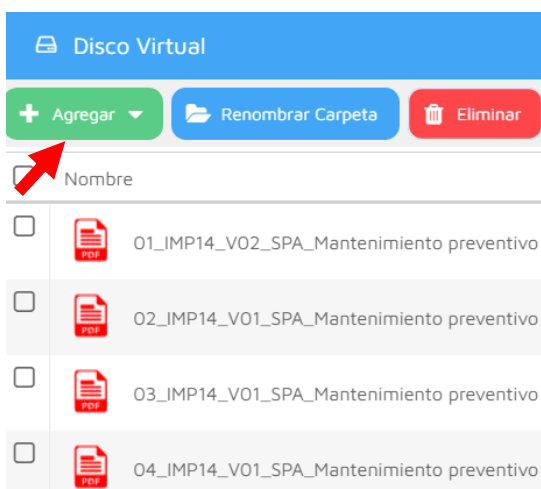
Siguiente

Iniciar sesión en con el usuario y contraseña del usuario administrador.

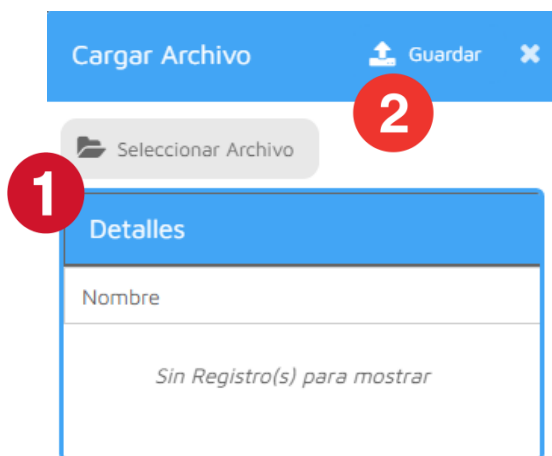
Continuación de la tabla XXV.



Seleccionar el botón disco virtual.



Dar clic en el botón agregar.



1. Dar clic en el botón seleccionar archivo.

2. Dar clic en el botón guardar.

Fuente: elaboración propia.

3.2.7. Gestión de herramientas

Este módulo proporcionó la información del fabricante, en donde se recomendó que el usuario administrador del sistema actualice y gestione la información que brinda el fabricante.

En la tabla XXVI se observó que se ingresaron todas las herramientas de los técnicos para gestionar la cantidad de herramientas que cada uno posee y abastecer si fuera necesario, el control de herramientas es importante para garantizar el buen uso de los recursos brindados a los técnicos, obteniendo estadísticas de vida útil de las herramientas determinando si son de buena calidad y si poseen la cantidad adecuada, sobre todo evitando la contaminación física por metales en el producto.

Tabla XXVI. **Gestión de herramientas**

Usuario administrador

Iniciar sesión en su cuenta

Email:

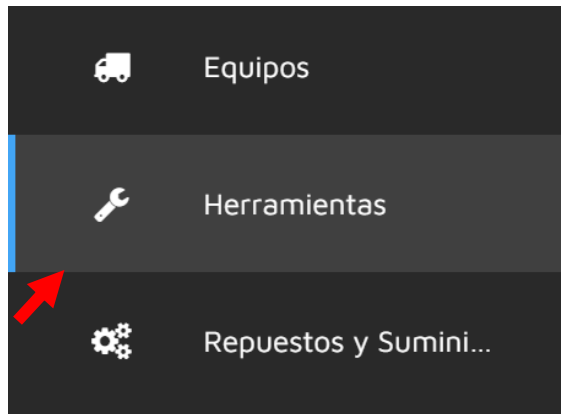
!

Iniciar sesión en con el usuario y contraseña del usuario administrador.

Recuérdame [Olvidé mi contraseña](#)

Siguiente

Continuación de la tabla XXVI.



Dar clic en el botón de herramientas



Dar clic en el botón agregar.



1. Llenar los campos con nombre y número de parte.
2. Dar clic en el botón guardar.

Fuente: elaboración propia.

3.3. Se identificaron los recursos necesarios para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente

Se identificaron los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros, que son necesarios para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente.

3.3.1. Recursos humanos

De acuerdo con la información contenida en el departamento se cuenta con el recurso humano apropiado en las distintas jerarquías, que están en total disposición para llevar a cabo el mantenimiento de las máquinas en las diferentes áreas productivas y dar un servicio de calidad, asegurando que los activos sigan desempeñando las funciones deseadas y la rentabilidad de la industria.

3.3.2. Recursos materiales

Además, los colaboradores de dicho departamento identificaron como necesidades básicas fomentar el plan de capacitación e inducción al personal de técnico y administrativo para elevar sus conocimientos, abastecerse con herramientas y equipo de calidad, mantener las cantidades óptimas de repuestos en bodega y preservar de una manera adecuada la información técnica que brinda el fabricante.

3.3.3. Recursos tecnológicos

Dentro de los elementos que se requieren para que el sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente, se da prioridad al software de mantenimiento que es vital para el control de la gestión del

departamento y el cumplimiento de los objetivos organizacionales, la reducción de tiempo por paros no programados y la cantidad de fallas en las máquinas.

Mediante la utilización del sistema computarizado se espera la obtención de datos e información que permitan realizar análisis de indicadores, el resguardo de la información técnica y lograr un adecuado abastecimiento de herramientas y repuestos en bodega.

3.3.4. Recursos financieros

Dentro de los recursos financieros se cuenta con un amplio presupuesto anual para la ejecución del mantenimiento que mediante su correcta gestión y uso del software se espera aumentar la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de la maquinaria para la producción y disminuir los costos del mantenimiento en repuestos y servicios externos con el fin de incrementar la productividad.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se realizó el análisis interno, dentro de los logros se identificó fomentar el plan de capacitación e inducción al personal de técnico y administrativo para elevar sus conocimientos, abastecer al personal con herramientas y equipo de calidad, mantener las cantidades óptimas de repuestos en bodega y preservar de una manera adecuada la información técnica que brinda el fabricante.

Una oportunidad dentro de la investigación fue la reducción de tiempo por paros no programados y la cantidad de fallas en las máquinas, reduciendo el costo del mantenimiento en repuestos y servicios externos con el fin de incrementar la productividad, dentro de los aportes obtenidos se aumentó la disponibilidad, confiabilidad y confiabilidad de la maquinaria, hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiriera con el plan de producción.

Las dificultades que se presentaron fueron la resistencia al cambio, la falta de tiempo para responder las encuestas del personal tanto administrativo como operativo, omitir el nombre del software, la incertidumbre de los resultados esperados, la necesidad de capacitación, inducción e instrucciones para la utilización del software y el tiempo empleado para que estas se impartan.

En el análisis externo se comparó con lo que Ramírez (2014) estableció:

“Un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas a través de una base de datos para tener un mejor control de estas”(p.2) y en esta investigación describieron los lineamientos de un sistema para la gestión del mantenimiento.

Enríquez (2016) estableció: “una metodología para determinar la criticidad de los equipos” (p.5), comparado con esta investigación que mediante los registros contenidos dentro del departamento se encontraron varios criterios estratégicos en donde se estableció la criticidad de las máquinas.

Además, García (2015) indicó: “cómo analizar los elementos clave que coinciden en la gestión del mantenimiento” (p.10), en contra posición esta investigación que se estudió el entorno externo de mantenimiento para determinar la percepción y un diagnóstico situacional del departamento.

Mientras Ortiz “desarrollo la implementación estratégica propuesta para un sistema de control de gestión para mantenimiento” (p.10), comparado con esta investigación en donde se propone la implementación de un sistema de mantenimiento computarizado que pretendió mejorar los tiempos por paros no programados y la cantidad de fallas en las máquinas.

Según Vizcaíno (2016) a través de “una planificación de mantenimiento se desarrolló una metodología para el cumplimiento del mantenimiento” (p.4) y en esta investigación se propuso un plan modelo de mantenimiento por medio de la utilización de un software para establecer una adecuada e integrada gestión del mantenimiento.

CONCLUSIONES

1. Se adaptó un sistema de gestión de mantenimiento computarizado que mejoró los tiempos por paros no programados y la cantidad de fallas en las máquinas, incrementando la producción en función de garantizar que la maquinaria esté disponible para producir, eliminando los espacios de soporte físicos de información y logrando un incremento de la productividad de un 5 % en una industria dedicada a la fabricación de material flexible para empaques.
2. Se realizó un diagnóstico situacional de la gestión para adaptar adecuadamente el sistema de mantenimiento computarizado en la industria por medio de la percepción del entorno en el despliegue de encuestas y una revisión documental, en donde se determinó preservar el estado de la maquinaria manteniéndola disponible y en óptimas condiciones para producir de acuerdo con su capacidad, con una confiabilidad de un 95 % en los datos.
3. Se describieron los lineamientos para la apropiada gestión del sistema de mantenimiento computarizado a través de módulos de control que interactúan entre sí para gestionar al recurso humano, los activos, los diferentes tipos de mantenimiento, la medición, los repuestos, las herramientas y la información que brinda el fabricante, de manera que la utilización de este sea interactiva en todos los niveles jerárquicos de la organización.

4. Se identificó que los recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros, son necesarios para sistema de mantenimiento computarizado se ejecute correctamente, con el fin de transformar la información física en digital, mejorar el acceso y la obtención de está contribuyendo con el medio ambiente a través de una disminución en el consumo de papel.

RECOMENDACIONES

1. Implementar el sistema de gestión de mantenimiento computarizado adaptado a una industria dedicada a la fabricación de material flexible para empaques con el fin de aumentar productividad, reduciendo los tiempos por paros no programados y la cantidad de fallas en la maquinaria.
2. Realizar en un período de tiempo no mayor a 2 meses un diagnóstico situacional para la obtención de la percepción y las necesidades del cliente interno y externo, a través del despliegue de encuestas y una revisión documental con un error permisible del 5 % en los datos.
3. Establecer los lineamientos e instrucciones de manera interactiva en todos los niveles jerárquicos de la organización para el uso correcto de los diferentes módulos de control del sistema de mantenimiento computarizado y promover el mantenimiento productivo total.
4. Fomentar el plan de inducción al personal de técnico y administrativo para elevar sus conocimientos, abastecerse con herramientas y equipo de calidad, mantener las cantidades óptimas de repuestos en bodega y resguardar de una manera adecuada la información técnica que brinda el fabricante.

REFERENCIAS

1. Alfaro, M. (2014). *Análisis causa raíz utilizado como herramienta en la evaluación de eventos no deseados* (Tesis de grado). Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de https://www.zaragoza.unam.mx/portal/wp-content/Portal2015/Licenciaturas/iq/tesis/tesis_alfaro_antor.pdf.
2. Bustamante, D. (s.f.). Programa especializado en gestión de mantenimiento [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://udep.edu.pe/ingenieria/gestion-de-mantenimiento/>.
3. Universidad Nacional de Mar de Plata (s.f.). *Productividad y competitividad*. Argentina: Carro, R. y González, D.
4. Daé A. (14 de julio, 2006). Manual de inyección de plásticos [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://www.mailxmail.com/curso-manual-inyeccion-plasticos/definicion-obtencion-clasificacion-plastico>.
5. Dávila, D. (Marzo, 2015). Gestión de mantenimiento asistido por un computador CMMS. *IndustryTech Magazine*, 28(1), 1-36. Recuperado de https://www.industrytech-ec.com/tomos/tomo28/INDUSTRYTECH_28.pdf.
6. Enríquez, W. (2016). *Manual para la implementación de un modelo de gestión para los equipos principales de generación de energía eléctrica* (Tesis de maestría). Universidad del Azuay, Ecuador.

Recuperado de <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-del-callao/tesis-ii/trabajo-tutorial/implementacion-de-un-modelo-de-gestion-para-los-equipos/13146399/view>.

7. Freinkel, S. (2012). *Plástico, un idilio tóxico*. España: Tusquets Editores S.A. Recuperado de <https://www.planetadelibros.com/libro-plastico/89051>.
8. García, C. (2015). *Modelo de gestión de mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión* (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional, México D.F. Recuperado de <http://repositorio.upiicsa.ipn.mx/handle/20.500.12271/864>.
9. García, S. (2012). *Ingeniería de mantenimiento, manual práctico para la gestión eficaz del mantenimiento industrial*. España: RENOVETEC. Recuperado de <http://www.renovetec.com/ingenieria-del-mantenimiento.pdf>.
10. Gaytán, A. (2000). *Administración del mantenimiento*. (Tesis de grado). Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. Recuperado de <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1020148008.pdf>.
11. Gisbert, V. (Diciembre,2017). Herramientas para el análisis de la causa raíz (ACR). *3C Empresa, Edición Especial*, 1-9. Recuperado de https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_1.pdf.
12. Horta, A. (2000). *Los plásticos más usados*. España: UNED.

13. Jiménez, A. (24 de octubre de 2011). Confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad, entendiendo sus diferencias [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://maintenancela.blogspot.com/2011/10/confiabilidad-disponibilidad-y.html>.
14. Leal, L. (s.f.). Índices e indicadores de mantenimiento. *3er Congreso Uruguayo de Mantenimiento, Gestión de Activos y Confiabilidad Montevideo, Uruguay, Vol. único*, 1-8. Recuperado de https://www.academia.edu/5129843/%C3%8Dndices_e_Indicadores_de_Gesti%C3%B3n_de_Mantenimiento_en_las_Pymes_del_Estado_T%C3%A1chira.
15. López, N. (2015). *Implementación de una gestión de mantenimiento asistido por un ordenador (GMAO) para la flota vehicular del Gad Municipal de Catamayo en la provincia de Loja* (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7885/1/UPS-CT004734.pdf>.
16. Miranda, F. (s.f.). Criterios de evaluación para procesos de mantenimiento centrados en la confiabilidad (RCM)[Mensaje de blog]. Recuperado de <http://www.pdmtechusa.com/criterios-evaluacion-rcm/>.
17. Monreal, L. (26 de noviembre de 2017). Gestión de mantenimiento asistido por computadora [Mensaje de blog]. Recuperado de <https://es.slideshare.net/LUISMONREAL5/gestin-de-mantenimiento-asistido-por-computadora>.

18. Norma ISO. (2014). *ISO 55000:2014(es) Gestión de activos - Aspectos generales, principios y terminología*. España: Autor.
19. Norma SAE JA 1011. (2012). Criterios de evaluación para procesos de mantenimiento centrados en la confiabilidad (RCM)[Mensaje de blog]. Recuperado de <http://www.pdmtechusa.com/criterios-evaluacion-rcm/>.
20. Polímeros y tecnología S.A. (s.f.). Nuestra empresa [Mensaje de blog]. Recuperado de <http://www.polytec.com.gt/>.
21. Ortiz, J. (2014). *Sistema de control de gestión para la gerencia de mantenimiento de la empresa Aeroservicio S.A.* (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Chile. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117566/Ort%C3%ADz%20Ort%C3%ADz%20Jos%C3%A9.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
22. Palenzuela, A. (2015). *Las poliolefinas en la industria actual: del petróleo a los plásticos* (Tesis de grado). Escuela Técnica Superior de Energía y Minas, España. Recuperado de <http://oa.upm.es/40113/>.
23. Porter, M. (1 de abril de 2012). Metodología 5s y TPM (Mantenimiento Productivo Total) [Mensaje de blog]. Recuperado el 25 de febrero de 2019 en <http://www.euskalit.net/gestion/?p=855>.

24. Ramírez, S. (2014). *Análisis de datos de fallas* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/52623/9212502.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
25. Real Academia Española (2018). *Diccionario de la lengua española*. Madrid, España: RAE. Recuperado de <http://www.rae.es/>.
26. Rey, F. (2001). *Manual de mantenimiento integral en la empresa*. Madrid, España: FC Editorial.
27. Richardson, T. y Lokensgard, E. (2003). *Industria de plástico: plástico industrial*. Madrid, España: Paraninfo.
28. Rodríguez, J. (1 de diciembre de 2008). *Gestión del Mantenimiento, introducción a la teoría del mantenimiento*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/7497765/Gestion-del-mantenimiento>.
29. Salazar, A. (s.f.). *Principios de mantenimiento* (Trabajo de investigación). Atlantic International University, USA. Recuperado de 2019. <http://cursos.aiu.edu/Mantenimiento%20Industrial/PDF/Tema%201.pdf>.
30. Vizcaíno, M. (2016). *Desarrollo de un plan modelo de mantenimiento para el funcionamiento adecuado de los equipos eléctricos y mecánicos de un edificio de oficinas de la ciudad de Cuenca*. (Tesis de maestría). Instituto de Postgrado y Educación Continua. Riobamba, Ecuador. Recuperado

dehttp://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4752/1/20T0
0718.pdf.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Modelo de encuesta de satisfacción del servicio al cliente interno. Mantenimiento**

Encuesta de satisfacción del servicio al cliente interno Mantenimiento

El objetivo de la presente encuesta es evaluar el grado de satisfacción respecto al servicio que brinda el departamento de mantenimiento en las diferentes áreas productivas, por lo que se agradece su pronta colaboración, honestidad y tiempo tomado para contestar la misma.

*Obligatorio

1. ¿Cuál es el puesto que desempeña? *

Marca solo un óvalo.

- Gerente
- Jefe
- Supervisor
- Operador

2. ¿Cuál es su grado de satisfacción, respecto al servicio que brinda actualmente el departamento de mantenimiento? *

Marca solo un óvalo.

- Satisfecho
- Medianamente satisfecho
- Insatisfecho

3. ¿Cómo calificaría la calidad del servicio que brinda del departamento de mantenimiento? *

Marca solo un óvalo.

- Excelente
- Bueno
- Regular
- Malo

4. ¿Cada vez que es necesario, el servicio del personal de mantenimiento es rápido y eficaz para dar una solución a los problemas? *

Marca solo un óvalo.

- Excelente
- Bueno
- Regular
- Malo

Continuación del apéndice 1.

5. **¿La atención que le brinda el personal de mantenimiento es de cortesía, cooperación y colaboración? ***

Marca solo un óvalo.

- Excelente
- Bueno
- Regular
- Malo

6. **¿Cuál es su grado de confiabilidad en la reparación de las fallas o averías que presentan las máquinas? ***

Marca solo un óvalo.

- Excelente
- Bueno
- Regular
- Malo

7. **¿Qué tan recurrentes son las fallas o averías en la maquinaria después del mantenimiento preventivo? ***

Marca solo un óvalo.

- Poco recurrentes
- Recurrentes
- Muy recurrentes

8. **¿El tiempo de intervención en la maquinaria para dar solución a las fallas o averías es el adecuado? ***

Marca solo un óvalo.

- Excelente
- Bueno
- Regular
- Malo

9. **¿Cree que el seguimiento a las reparaciones programadas, es eficaz? ***

Marca solo un óvalo.

- Totalmente de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo

10. **¿Cuáles son sus expectativas con respecto al servicio que brinda el departamento de mantenimiento? ***

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Modelo de encuesta de satisfacción laboral.
Mantenimiento**

Encuesta de satisfacción laboral Mantenimiento

El objetivo de la presente encuesta es evaluar el grado de satisfacción laboral del personal que pertenece al departamento de mantenimiento, por lo que se agradece su pronta colaboración, honestidad y tiempo tomado para contestar la misma.

*Obligatorio

1. ¿Cuál es el puesto que desempeña? *

Marca solo un óvalo.

- Jefe
 Técnico

2. ¿Cuál es su grado de satisfacción, respecto al trabajo que realiza? *

Marca solo un óvalo.

- Satisfecho
 Medianamente satisfecho
 Insatisfecho

3. ¿Considera que su equipo de trabajo está bien organizado y que es eficaz, para brindar un servicio de calidad? *

Responda: Sí o No y con base a su respuesta, ¿por qué?.

4. ¿El flujo de comunicación e información con su equipo de trabajo es rápido y adecuado? *

Responda: Sí o No y con base a su respuesta, ¿por qué?.

5. ¿Los programas de inducción y capacitación son los adecuados para su desenvolvimiento dentro de su puesto de trabajo? *

Responda: Sí o No y con base a su respuesta, ¿por qué?.

6. ¿Considera que tiene las herramientas adecuadas y el equipo necesario para desempeñar sus labores diarias? *

Responda: Sí o No y con base a su respuesta, ¿por qué?.

Continuación del apéndice 2.

7. **¿Considera que la calidad de sus herramientas y equipos es la adecuada? ***

Responda: Sí o No y con base a su respuesta, ¿por qué?.

8. **¿El tiempo que se demora para dar una solución ante las fallas o averías que se presentan en las máquinas es el necesario? ***

Responda: Sí o No y con base a su respuesta, ¿por qué?.

9. **¿Cree que el seguimiento a las reparaciones programadas y el servicio de los proveedores externos, es eficaz? ***

Responda: Sí o No y con base a su respuesta, ¿por qué?.

10. **¿Considera que después de haber realizado un mantenimiento preventivo disminuye la recurrencia de fallas o averías en la maquinaria? ***

Responda: Sí o No y con base a su respuesta, ¿por qué?.

11. **¿Considera que la información técnica que brinda el fabricante está al alcance y se puede obtener de forma fácil y ordenada? ***

Responda: Sí o No y con base a su respuesta, ¿por qué?.

12. **¿El abastecimiento en la bodega de repuestos y suministros es la cantidad óptima? ***

Responda: Sí o No y con base a su respuesta, ¿por qué?.

13. **Mencione 3 recomendaciones para mejorar la calidad de su trabajo en el servicio que brinda ***
-

Fuente: elaboración propia.