

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS	CÓDIGO	FO-GS-15
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN	VERSIÓN	02
		FECHA	03/04/2017
		PÁGINA	7 de 10
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ	
Jefe División de Biblioteca	Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad	

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): Carmen Liseth APELLIDOS: Rendón Sarmiento

FACULTAD: Facultad De Ingeniería

PLAN DE ESTUDIOS: _____

DIRECTOR:

NOMBRE(S): Gaudy Carolina APELLIDOS: Prada Botia

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA DE LA EMPRESA INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S.

Este proyecto consistió en el diseño de un plan de mantenimiento preventivo para Industrias La Cima Del Norte SAS, una empresa dedicada a la fabricación de colchones y armazones de cama en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander. Del cual se llevó a cabo un análisis exhaustivo del área de mantenimiento con el objetivo de poder identificar áreas de mejora.

Para este proyecto se evaluó la criticidad de las máquinas y se identificaron las fuentes de paradas. Permitiendo, el diseño de un plan de mantenimiento preventivo que incluyó procedimientos específicos, intervalos de mantenimiento y asignación de responsabilidades. Se implementaron este plan siguiendo de acuerdo a las especificaciones del fabricante y se asignaron los recursos necesarios.

En la fase final, se evaluó la disponibilidad de las máquinas a través de indicadores de gestión específicos, lo que permitió medir la efectividad del plan y hacer ajustes según fuera necesario.

PALABRAS CLAVES:

MÁXIMO 5

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 89 PLANOS: ILUSTRACIONES: CD ROOM:

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA
DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA DE LA EMPRESA
INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S

CARMEN LISETH RENDÓN SARMIENTO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022

DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA
DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA DE LA EMPRESA
INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S

CARMEN LISETH RENDÓN SARMIENTO

Trabajo de Grado para optar al título de:
Ingeniería Industrial

Directora:
Ing. Gaudy Carolina Prada Botia

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERIA INDUSTRIAL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2022



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 23 de junio, 2023
HORA: 8:00 a.m.
LUGAR: Salón SC - 301
PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA INDUSTRIAL

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA AUMENTAR LA DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTA DE LA EMPRESA INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S”.

JURADOS: MEIMER PEÑARANDA CARRILLO
JOSE OTTO CÁCERES GUALDRON

DIRECTOR: GAUDY CAROLINA PRADA BOTIA

NOMBRE DEL ESTUDIANTE	CODIGO	CALIFICACIÓN LETRA	NÚMERO
CARMEN LISETH RENDÓN SARMIENTO	1192968	cuatro, uno	4,1

APROBADA


JOSE OTTO CÁCERES GUALDRON


MEIMER PEÑARANDA CARRILLO

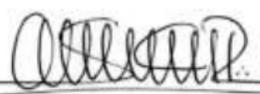

Vo.Bo **ÓSCAR MAYORGA TORRES**
Director Plan de Estudios
Ingeniería Industrial
Magda M.

Tabla de contenido

Introducción.....	1
1. El Problema.....	3
1.1. Título.....	3
1.2. Planteamiento Del Problema.....	3
1.3. Formulación del Problema.....	4
1.4. Justificación.....	4
1.4.1. A Nivel Organización.....	4
1.4.2. A Nivel del Estudiante.....	4
1.5. Objetivos.....	5
1.5.1. Objetivo General.....	5
1.5.2. Objetivo Específico.....	5
1.6. Alcances y Limitaciones.....	5
1.6.1. Alcances.....	5
1.6.2. Limitaciones.....	6
2. Marco referencial.....	7
2.1. Antecedentes.....	7
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	7

2.1.2. Antecedentes nacionales.....	8
2.1.3. Antecedentes regionales.	10
2.2. Marco teórico	11
2.2.1. Introducción al Mantenimiento.....	11
2.2.2. Desarrollo histórico del mantenimiento	12
2.2.3. Mantenimiento preventivo planificado (MPP).	13
2.2.4. Beneficios del mantenimiento.....	14
2.3. Marco conceptual	14
2.4. Marco contextual.....	17
2.4.1. Logotipo.....	18
2.4.2. Aspectos Generales De La Empresa	19
2.4.3. Valores de Industrias La Cima Del Norte S.A.S	20
2.5. Marco Legal	22
Decreto 1077 de 2015	22
Decreto 1076 de 2015	22
Estatuto del Consumidor (Ley 1480 de 2011).....	22
Decreto 1074 de 2015	22
3. Diseño Metodológico	23
3.1. Tipo De Investigación	23

3.2. Población Y Muestra	23
3.2.1. Población	23
3.2.2. Muestra	24
3.3. Instrumentos Para La Recolección De Información.....	25
3.3.1. Fuentes Primarias	25
3.3.2. Fuentes Secundarias	25
3.4. Análisis De La Información.....	25
4. Resultados Y Análisis.....	27
4.1. Definición de situación actual en el área de mantenimiento.....	27
4.1.1. Encuesta análisis de la situación actual.....	27
4.1.2. Entrevistas y encuestas: recolección de opiniones	29
4.1.3. Revisión de documentación: área de mantenimiento.....	31
4.1.4. Análisis de la situación actual: Identificar problemas	34
4.1.5. Análisis de costos: costos relacionados con el mantenimiento.	35
4.1.6. Análisis de indicadores: Medir indicadores clave del mantenimiento.....	37
4.1.7. Resume la situación actual.	39
4.2. Análisis de la criticidad y fuentes de paradas en máquinas	40
4.2.1. Identificación de máquinas críticas: Evaluación de impacto.	40
4.2.2. Análisis de paradas: Recopilación de información de las máquinas.	47

4.2.3.	Identificación de causas raíz: Análisis de las causas raíz de las paradas.	51
4.2.4.	Priorización de acciones para reducir paradas.....	53
4.2.5.	Implementación de medidas: Ejecución de las acciones seleccionadas.	54
4.2.6.	Seguimiento y evaluación del impacto de medidas implementadas.....	55
4.3.	Plan de mantenimiento preventivo según especificaciones del fabricante.	57
4.3.1.	Especificaciones del fabricante	57
4.3.2.	Programa de inspecciones regulares	59
4.3.3.	Calendario de mantenimiento preventivo	62
4.3.4.	Registro y seguimiento de actividades de mantenimiento	63
4.3.5.	Resolución de problemas y reparación de equipos	65
4.3.6.	Capacitación del personal de mantenimiento	66
4.3.7.	Medición de desempeño del plan de mantenimiento preventivo	68
4.4.	Implementación del plan de mantenimiento preventivo del fabricante.....	70
4.4.1.	Asignación de responsabilidades y capacitación del personal	70
4.4.2.	Sistema de registro y seguimiento del mantenimiento preventivo	72
4.4.3.	Programación de tareas de mantenimiento en el calendario	74
4.4.4.	Inspecciones regulares y ejecución de tareas programadas	76
4.4.5.	Evaluación y actualización del plan de mantenimiento preventivo.....	78
4.5.	Evaluación de disponibilidad de maquinarias mediante KPI.....	79

4.5.1. Recopilación de datos de disponibilidad de maquinaria.....	79
4.5.2. Cálculo del indicador de disponibilidad.....	80
4.5.3. Análisis de los resultados y establecimiento de metas.....	81
4.5.4. Implementación de medidas correctivas	82
4.5.5. Seguimiento y evaluación del impacto de las medidas correctivas.....	84
Conclusiones.....	86
Recomendaciones.....	87
Bibliografía.....	88

Lista de tablas

Tabla 1 Colaboradores de la empresa	24
Tabla 2 Maquinaria de la empresa.....	24
Tabla 3 Oportunidades de mejora.....	37
Tabla 4 Indicadores claves para el área de mantenimiento.....	39
Tabla 5 Tabla de Identificación de máquinas críticas	46
Tabla 6 Análisis de posibles fallas en producción.....	49
Tabla 7 Análisis del impacto en la producción	50
Tabla 8 Estado de la máquina	61
Tabla 9 Resolución de problemas y reparación de equipos	66
Tabla 10 Tabla de indicadores.....	69
Tabla 11 Oportunidades y debilidades para sistema de registro y seguimiento.....	74
Tabla 12 Tabla de Evaluación de las oportunidades de las inspecciones	78

Lista de figuras

Figura 1 Concepto del Mantenimiento	12
Figura 2 Descripción de producto estrella	18
Figura 3 Logotipo de Industrias La Cima Del Norte S.A.S	18
Figura 4 Organigrama	20
Figura 5 Encuesta de análisis de la situación actual	29
Figura 6 Guion de la entrevista	31
Figura 7 Hoja de vida de maquinaria y equipos	33
Figura 8 Causa y efecto Identificar problemas.....	35
Figura 9 Diagrama de flujo del proceso de fabricación de espuma	41
Figura 10 Diagrama de flujo del proceso de Modelado y Cierre de colchón	43
Figura 11 Diagrama de flujo del proceso de Corte, Modelado y Cierre de colchón A	44
Figura 12 Diagrama de flujo del proceso de Corte, Modelado y Cierre de colchón B	46
Figura 13 Identificación de causas raíz.....	53
Figura 14 Identificación de causas raíz Cuantitativa.....	53
Figura 15 Tabla de especificaciones del fabricante.....	58
Figura 16 FT-MT-015 Registro de inspecciones semanales y mensuales	60
Figura 17 Cronograma del plan de mantenimiento	63
Figura 18 Registro y seguimiento de actividades de mantenimiento	64

Figura 19 Capacitación del personal de mantenimiento	67
Figura 20 Perfiles de los puestos de trabajos	72
Figura 21 Sistema de registro y seguimiento del mantenimiento preventivo	73
Figura 22 Programación de tareas de mantenimiento en el calendario	75
Figura 23 Inspecciones regulares y ejecución de tareas programadas	76
Figura 24 Seguimiento de indicador de disponibilidad	81
Figura 25 planes de mantenimiento preventivo y correctivo	84

Lista de Anexos

Anexo 1 FT-MT-009 Análisis de posibles fallas en producción.....	50
Anexo 2 Registro de la capacidad máxima de producción	55
Anexo 3 Cronograma del plan de mantenimiento	63
Anexo 4 Procedimiento para la ejecución de planes de mantenimiento.....	84

Introducción

Este proyecto buscó diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Industrias La Cima Del Norte SAS, ubicada en la Avenida 51 A 77 83 BG 3, Barrio La Isla, Cúcuta, Norte de Santander. Empresa fundada para la fabricación de colchones y armazones de cama. Inicialmente se realizó un análisis del área de mantenimiento de la empresa, con el objetivo de establecer un punto de partida y así determinar las especificaciones y los requisitos.

Gracias a este punto de partida se logró la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, dado a que fue posible seleccionar y dirigir de manera más adecuada, creando una estructura en el área de mantenimiento que permita la gestión de las maquinarias de manera apropiada para la empresa INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE SAS.

Este proyecto tenía como objetivo diseñar un plan de mantenimiento preventivo que permitiera optimizar los tiempos operativos de las máquinas presentes en la empresa. Por lo tanto, se plantearon cinco objetivos que buscaban definir, analizar, elaborar y evaluar el diseño.

En el primer evento, Se definió la situación actual de la organización en el área de mantenimiento desde el punto de vista de la ingeniería industrial. Se realizó un análisis exhaustivo para comprender el estado actual de las prácticas de mantenimiento y se identificaron las áreas de mejora. Esto permitió establecer una base sólida para el diseño del plan de mantenimiento preventivo.

En el segundo evento, Se llevó a cabo un análisis de la criticidad presentada por las máquinas, así como la identificación de las fuentes de las paradas. Se examinaron en detalle las máquinas utilizadas en la empresa y se evaluaron su importancia y las consecuencias de su mal

funcionamiento. Esto proporcionó información crucial para determinar las prioridades en el plan de mantenimiento preventivo.

En el tercer evento, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo general, teniendo en cuenta las necesidades y especificaciones establecidas por el fabricante de las máquinas. Se diseñaron procedimientos específicos para cada equipo, se establecieron intervalos de mantenimiento adecuados y se definieron las tareas necesarias. El objetivo era optimizar el rendimiento de las máquinas y minimizar los tiempos de inactividad no planificados.

En el cuarto evento, se procedió a implementar el plan de mantenimiento preventivo general, siguiendo las especificaciones establecidas por el fabricante. Se asignaron responsabilidades a los miembros del equipo de mantenimiento y se establecieron los recursos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento de manera efectiva. Esto aseguró que el plan se pusiera en acción y se llevara a cabo de manera sistemática.

En el quinto evento, se realizó una evaluación exhaustiva de la disponibilidad de las máquinas, mediante la presentación de indicadores de gestión específicos para el área de mantenimiento preventivo. Se recopilaron y analizaron datos sobre el tiempo de actividad, los tiempos de inactividad programados y no programados, y otros indicadores relevantes. Esto permitió medir la efectividad del plan de mantenimiento preventivo y realizar ajustes si fuera necesario.

Por último, mencionamos las conclusiones sobre los objetivos obtenidos y los beneficios generados a la empresa INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE SAS.

1. El Problema

1.1. Titulo

Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa la cima del norte S.A.S

1.2. Planteamiento Del Problema

La empresa INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S, es una empresa pequeña privada, ubicada en la Avenida 5 1 A 77 83 Bg 3 Barrio La Ínsula, Norte de Santander, que tiene como razón social la fabricación de colchones y armazones de cama, con el objetivo de generar confort a través de su promesa de satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes distribuidores y clientes finales garantizando la mejor experiencia en los momentos de descanso.

En la actualidad la empresa cuenta con 11 máquinas de moldeo que operan las 16 horas del día, los 30 días del mes. Pero el problema es que estas máquinas se descomponen inesperadamente y se detienen repetidamente, generando cuellos de botellas dentro de las operaciones que lo que aumento los tiempos de inactividad a causa de los mantenimientos correctivo.

El área de producción predice cuántos kilogramos necesita producir cada máquina por día para cumplir con los requisitos de espacio comercial. Los cuales no permiten cumplir con el cronograma porque las máquinas encargadas en el moldeo por inyección se apagaban con frecuencia para realizar el mantenimiento correctivo.

Dado que en el área de mantenimiento no se sigue un sistema de trabajo programado, cuando ocurre un tiempo de inactividad no programado, sus técnicos realizan las reparaciones

necesarias para mantener los equipos en funcionamiento hasta que ocurra otro tiempo de inactividad correctivo.

Además, dado que se trata de paradas correctivas, no hay registro de repuestos y, en algunos casos, se necesitan varios días para reiniciar la máquina. En este caso, nuestro resultado es que la máquina de moldeo por inyección solo alcanza un 84% de disponibilidad de media al mes, lo que no es suficiente para alcanzar el objetivo de producción deseado.

1.3. Formulación del Problema

¿Cómo optimizar la disponibilidad de las maquinarias y herramientas que se tienen a disposición en los procesos de producción y mantenimiento en la empresa INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE SAS?

1.4. Justificación

1.4.1. A Nivel Organización.

Este proyecto se justifica ya que evalúa y analiza el estado y condición de las máquinas de la planta en base a métodos cualitativos (análisis crítico) y métodos cuantitativos (kg por día); también porque evalúa el mantenimiento de dichos equipos; importante porque considerando el diseño del sistema de mantenimiento preventivo, con el objetivo de poder aumentar la disponibilidad de los equipos presentes en la planta, teniendo como base, la ejecución del plan de mantenimiento.

1.4.2. A Nivel del Estudiante.

El objetivo de este proyecto el cual se basa en aplicar los conocimientos lo ganados principalmente en la aplicación de herramientas para la gestión de recursos, de acuerdo a los

conocimientos adquiridos en el programa educativo, aplicando habilidades y conocimientos en la profesión de ingeniero industrial de la Universidad Francisco de Paula Santander.

1.5.Objetivos

1.5.1. *Objetivo General.*

Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo en la empresa la cima del norte S.A.S

1.5.2. *Objetivo Específico.*

- Definir la situación actual de la organización en el área de mantenimiento desde el punto de vista de ingeniería industrial.
- Analizar la criticidad presentada por las maquinas como también la fuente de sus paradas.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo general, teniendo en cuenta la necesidades y especificaciones establecidas por el fabricante
- Implementar el plan de mantenimiento preventivo general, teniendo en cuenta las especificaciones establecidas por el fabricante.
- Evaluar la disponibilidad de las maquinarias como maquila de acuerdo con la presentación de indicadores de gestión para el área de mantenimiento preventivo

1.6. Alcances y Limitaciones

1.6.1. *Alcances.*

Este proyecto se llevará a cabo en la empresa INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S, Avenida 5 1 A 77 83 Bg 3 Barrio La Ínsula, Santander Norte. Se estudiará principalmente

el proceso productivo actual y se evaluará la línea operativa para determinar el trabajo que existe dentro de la empresa en el proceso actual. Con base en esta investigación, la empresa desarrollará el diseño de un plan de mantenimiento preventivo funcional y así mismo se realizarán las recomendaciones de mejoras de procesos correspondientes.

1.6.2. Limitaciones.

Limitaciones Temporales.

La empresa propone desarrollar un plan de mantenimiento preventivo, que le permita identificar, cuáles son las máquinas y herramientas que se encuentran en un estado de disponibilidad óptimo y así mismo permitir a los empleados información como es el buen uso de cada uno de los equipos disponibles en la organización , así como los requisitos técnicos y de habilidades necesarios para el desempeño de sus actividades, lo cual es fundamental para la eficacia de las partes que integran la organización.

Limitaciones Especiales

Este proyecto se construirá en las instalaciones de INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S, Avenida 5 1 A 77 83 Bg 3 Barrio La Ínsula, Santander Norte, teniendo un enfoque de gestión completo en el que se abordará el diseño de un plan de mantenimiento preventivo, teniendo en cuenta algunos manuales funcionales, fichas técnicas de operatividad de las maquinas como manuales de uso, todos requieren implementación estándar.

2. Marco referencial

2.1. Antecedentes

Teniendo como base de estudio la planificación y desarrollo de este análisis se enmarco dentro de un proyecto factible, en el cual se tuvieron en cuenta las técnicas utilizadas en los siguientes artículos y proyectos de investigación, el cual se relacionan con este trabajo ya que se propuso como un material de investigación para la enseñanza y aplicación de saberes en el desarrollo como profesionales, pero teniendo en cuenta que este proyecto no genera cambios sustantivos en la organización

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Teniendo en cuenta la tesis presentada en la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Facultad de Ingenierías carrera de ingeniería mecánica, titulada “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa EXTRUPLAS S.A” presentado por (Valdivieso Torres, 2010), Se planteo un trabajo cuyo objetivo se basa en:

En este proyecto se plantea el análisis de los equipos y de la planta, donde se determinó que el mantenimiento idóneo a realizar en la empresa dada las condiciones de esta es el preventivo, ya que les permite poder realizar un análisis de costos de implementación del mantenimiento realizado periódicamente a las maquinas donde se pudo determinar que los costos del stock de mantenimiento no son muy altos en relación a los tiempos de disponibilidad de la maquinaria, pero aun así no es un valor que no se deba tener en cuenta, dado que el costo realmente importante se debe prever en la adquisición de los barriles y tornillos de las maquinas ya que estos elementos representan casi en su totalidad la máquina.

Para la tesis postulada en la Universidad de San Carlos de Guatemala, escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, titulada “Diseño de un plan de Mantenimiento Productivo Total para una maquinaria Empacadora de Cereales” presentado por (Jurado Godoy, 2007) Guatemala, donde se expuso un trabajo investigativo donde como resultado se planteó:

Un diseño que les permite elaborar e implementar un plan de mantenimiento productivo total TPM, cumpliendo con los lineamientos específicos de aumentar la productividad en la empresa teniendo en cuenta la información obtenida de años anteriores, permitiéndoles duplicar la producción. Este diseño de un plan lleva como parte de su filosofía un estándar cultural establecido dentro de la mejora continua KAISEN, con la cual se busca la integración de todos los integrantes de la empresa que pueden aportar o participar en la integración de estrategias.

Este plan se crea con base principal minimizar los accidentes, defectos y averías, Mediante la aplicación de un estudio de métodos y tiempos perdidos, durante las paradas tanto mecánicas como humanos, donde se reduce el tiempo perdido por problemas enfocados en las reparaciones de las averías más constantes. Adicionalmente con base a experiencia del personal se busca compartir sus conocimientos con el resto de los colaboradores.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Para la tesis presentada por la Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica Pereira, titulada “Diseño de un plan de Mantenimiento para la Empresa Agroangel” presentado por (Angel Gasca & Olaya Vargas, 2014) Pereira, donde se postuló la siguiente investigación:

Un plan de mantenimiento preventivo el cual fue diseñado con el objetivo de poder intervenir en los equipos que se encuentran a disposición del proceso operativo-productivo de la

empresa AGROANGEL, la cual se caracteriza por contar con un sistema productivo eficiente y con un alto margen de disponibilidad, por lo cual se determinaron algunas necesidades de poder implementarse un plan de mantenimiento para cada máquina, teniendo en cuenta las condiciones actuales de operación de la empresa AGROANGEL y no son los equipos que se encuentran de manera adecuada, esto con el objetivo de poder garantizar un producto de altísima calidad, debido a que no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y/o correctivo que les permita evaluar su buen desempeño frente a la productividad de la ejecución de los trabajos realizados.

Dentro de la tesis titulada “Programa de mantenimiento preventivo para la empresa METALMECÁNICA INDUSTRIAS AVM S.A.” presentado por (Sierra Alvarez, 2004) Bucaramanga presentada en la Universidad Industrial de Santander, escuela de Ingeniería Mecánica, se establece:

Un modelo de mantenimiento preventivo el cual se diseñó teniendo en cuenta todas aquellas necesidades presentadas por la empresa, por lo cual cuenta con una metodología que les permite poder enfocar su investigación en un sistema de información que les permite llevar un registro detallado de cada uno de sus colaboradores, materiales, repuestos, tiempo de fabricación empleado y costos asumidos durante la ejecución de los mantenimiento, tanto preventivos como correctivos, donde se elaboró el manual de procedimiento de mantenimiento general para cada uno de los equipos teniendo en cuenta todos aquellos requerimientos que se presentan dentro de la norma ISO 9000-2000 como de la norma ISO 9001-2015, por lo cual se elaboró el programa de mantenimiento preventivo que les permiten poder gestionar los equipos críticos en cada una de las etapas presentes en el área de producción según recomendaciones de los fabricantes, personal operativo y técnico.

2.1.3. Antecedentes regionales.

Dentro del artículo titulado “Diseño de plan de mantenimiento preventivo para los talleres del centro CIES Sena Regional Norte de Santander utilizando metodología AMEF.” presentado por (Isaac Silva-Urbina, bMario Rodríguez-Pineda, cRafael Acosta-Rozo, dPablo Gómez-Monsalve) Bucaramanga presentada en la Fundación de Estudios Superiores Comfanorte, se establece:

Los programas de mantenimiento preventivo que se desarrollan para equipos en mantenimiento de la organización SENA, procesamiento de productos metalúrgicos, equipos de transmisión diésel, mantenimiento de motores diésel y entornos de capacitación en mantenimiento electromecánico automotriz.

El programa de mantenimiento se realiza por etapas, el primer paso es caracterizar los equipos a través de la identificación de los equipos y la recopilación de información técnica, para obtener las especificaciones técnicas de todos los equipos. En el segundo paso, se clasifican los equipos según su mantenibilidad y criticidad, y se dividen los equipos en equipos críticos y equipos no críticos.

Para la tesis presentada por la Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña, Facultad de Ingeniería Mecánica, titulada “Implementación de un plan de mantenimiento preventivo al parque automotor de la empresa cootransunidos en Ocaña Norte de Santander” presentado por (ERICK FERNANDO ARDILA SAENZ, 2019) Ocaña, donde se postuló la siguiente investigación:

Se realizo un plan de mantenimiento que permita Seguir trabajando con un parque automotor eficiente con el objetivo de poder contar con un grupo de empresas más influyente de

Norte Santander. El propósito de este informe es desarrollar e implementar un programa de mantenimiento preventivo para la flota de la empresa.

Al desarrollar un plan de mantenimiento, se desarrollan formatos de mantenimiento funcional, tales como: documentos técnicos, hojas de vida, órdenes de trabajo, inspecciones generales e inspecciones previas a la puesta en marcha. Por otro lado, para probar este formato, también se han creado algunas tablas para correlacionar los resultados del uso del formato.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Introducción al Mantenimiento.

Para algunos escritores como (Boucly, 1999), el mantenimiento es un “Conjunto de actividades destinadas a mantener o a restablecer un bien a un estado o a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una función requerida. Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas administrativas y de gestión”. Ahora si bien su concepto de mantenimiento es muy acertados existe también algunos otros conceptos como “El mantenimiento es un conjunto de acciones que llevan a conseguir prolongar el funcionamiento continuo de los equipos, reducir los costes en la producción, alargar la vida útil de los equipos, evitar pérdidas por paros inesperados de los equipos, producción con mayor calidad”. (Pastor Tejado, 1997).

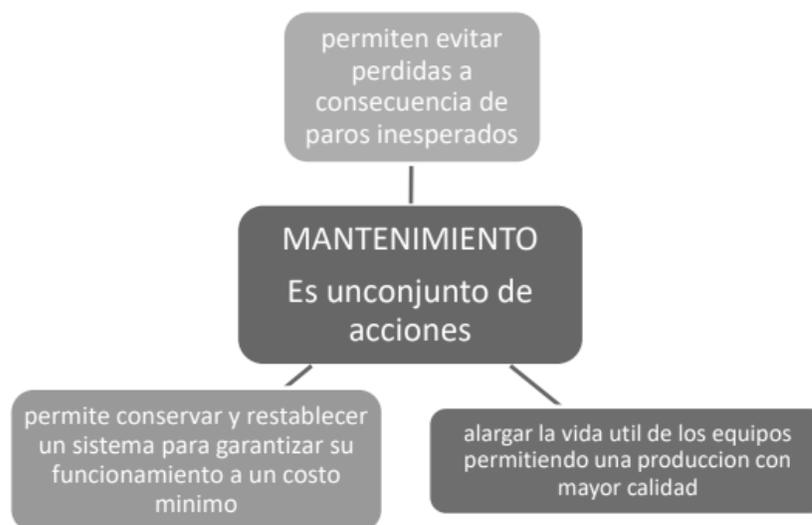


Figura 1 Concepto del Mantenimiento

Fuente: (Pastor Tejedo, 1997)

2.2.2. Desarrollo histórico del mantenimiento

Para algunos el mantenimiento ha cambiado quizás más que cualquier otra disciplina en las últimas dos décadas. Estos cambios se deben principalmente a un aumento significativo en la cantidad y diversidad de activos tangibles (plata, equipos, edificios) mantenidos en todo el mundo, proyectos más complejos, nuevos métodos de mantenimiento y cambios en la perspectiva de las organizaciones de mantenimiento. y sus responsabilidades.

El mantenimiento también cumple con las expectativas cambiantes. Estos incluyen la creciente conciencia reciente de la medida en que la falla del equipo afecta la seguridad y el medio ambiente, la conciencia de la relación entre el mantenimiento y la calidad del producto, y la presión para lograr una alta disponibilidad del equipo y controlar los costos. Estos cambios están ampliando las actitudes y habilidades en todos los sectores de la industria.

Los mantenedores se ven obligados a adoptar una nueva forma de pensar y actuar como ingenieros y gerentes. Al mismo tiempo, las limitaciones del mantenimiento de los sistemas son cada vez más evidentes, independientemente de lo informatizados que se hayan vuelto.

A medida que aumenta esta dependencia, se llama la atención sobre el tiempo de inactividad de la máquina. Esto condujo a la idea de que se deben prevenir las fallas de los equipos, lo que condujo al concepto de mantenimiento preventivo. En la década de 1960, se llevaron a cabo reparaciones importantes de forma continua. Los costos de mantenimiento comienzan a aumentar rápidamente en comparación con otros costos operativos. Esto ha llevado al desarrollo de sistemas de control y planificación del mantenimiento. Ciertamente ayudan a controlar el mantenimiento y se han convertido en parte de la práctica de mantenimiento. Finalmente, el gran aumento de capital asociado con los activos fijos y los costos de capital ha llevado a buscar formas de maximizar la vida útil de estos activos/materias primas.

2.2.3. Mantenimiento preventivo planificado (MPP).

Para algunos escritores el mantenimiento preventivo (Tanqueño Moreta, 2012). “Son acciones de mantenimiento programadas y ejecutadas de manera que no se afecte la producción de forma imprevista. Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos”. Es decir que algunas de las características más importantes de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno, evitando el paro imprevisto de los equipos.

Es decir, debe existir un plan de inspección o prevención que incluya todas aquellas operaciones, seguridad, ajuste, mantenimiento, análisis, limpieza, lubricación y calibración las cuales deben realizarse de manera continua de acuerdo al plan establecido.

Con un buen mantenimiento preventivo se puede adquirir experiencia para determinar las causas de la repetición de errores o asegurar las horas de funcionamiento de equipos e instalaciones, máquinas, etc.

2.2.4. Beneficios del mantenimiento.

Para Algunos escritores los beneficios más importantes que se pueden observar al momento de diseñar o implementar un plan de mantenimiento son que (Andrés Silva Franco, 2015). “se obtienen al aplicar mantenimiento, son muy grandes y se traducen directamente en los ingresos que tiene la empresa o ahorro que obtiene la misma una vez aplicado el mantenimiento al equipo o activo, ya que, a través de éste, se logra preservar y alargar la vida útil, se previene la falla y se logra un aumento en la confiabilidad del mismo, entre otras, además de mejorar la seguridad y el manejo ambiental. Cuando el mantenimiento es aplicado correctamente, produce los siguientes beneficios”.

2.3. Marco conceptual

Apoyo y visión de la gerencia:

Se necesita un total compromiso y participación por parte de la gerencia en los equipos de trabajo, para así obtener un mejoramiento continuo en todas las actividades de producción. Además, colaborar con adiestramiento, programa de reconocimientos e incentivos, evaluación de los empleados, procesos de selección y programas de desarrollo.

Calibración:

Ajustar, con la mayor exactitud posible, las indicaciones de un instrumento de medida con respecto a un patrón de referencia. “Relación entre los valores y sus incertidumbres de medida asociadas, obtenidas a partir de los patrones de medida, y las correspondientes indicaciones con sus incertidumbres asociadas, para establecer una relación que permita obtener un resultado de medida a partir de una indicación”. (ONAC)

Calidad de servicio:

Efecto global de las características de un servicio que determina el grado de satisfacción de un usuario del servicio. La calidad del servicio se caracteriza por el efecto combinado de la logística del servicio, la facilidad de utilización, la aptitud al servicio, la integridad del servicio y otros factores propios de cada servicio.

Causa de falla:

Evento o suceso que se considera como origen cuando los sistemas, equipos, componentes o partes han perdido la capacidad de funcionamiento.

Causa raíz:

Causa inicial o fundamental de la falla. Origen de toda una cadena de sucesos.

Gerencia disciplinada de paradas de plantas:

Paradas de plantas con visión de la Gerencia de Proyectos liderada por profesionales y con disciplina en la gestión de ésta. Se debe realizar adiestramiento para las paradas tanto a los empleados como a los proveedores y contratistas; la planificación de las paradas de la planta debe

realizarse con 12 a 18 meses de anticipación, involucrando a todos los implicados bajo procedimientos documentados y practicados.

Gestión disciplinada de procura de materiales:

Procedimiento que garantice el servicio de los mejores proveedores, balanceando calidad y costos, en función de tiempos de entrega y convenios utilizando tecnologías de suministro.

Integración con proveedores de materiales y servicios:

Se deben tener unos proveedores confiables y comprometidos con los procesos de producción que desarrolla la empresa. Además, se tendrán inventarios de material administrados por los proveedores, asegurando calidad y cantidad requeridas en el momento justo y a un costo óptimo.

Integración de sistemas:

Usando sistemas estándares en la organización y utilizándolos en los procesos, se facilitará el registro y captura de datos para análisis.

Organización centrada en equipos de trabajo:

Por medio de equipos de trabajo multidisciplinario se analizan los procesos y solucionan los problemas. De igual manera se tienen organizaciones que reconocen y evalúan esta forma de trabajo.

Planificación y Programación Proactiva:

Estas son bases fundamentales en el mantenimiento orientado a la confiabilidad. El proceso de gestión de confiabilidad y mantenimiento debe ser sistemático y metódico. Se deben planificar

las actividades a largo, mediano y corto plazo tratando de maximizar la confiabilidad y productividad de todas las instalaciones. Además, debemos maximizar eficacia y efectividad de la capacidad instalada, aumentando los tiempos de operación de los equipos e instalaciones, los niveles de calidad y el ciclo de vida útil que permitan operar al más bajo costo por unidad producida.

Procesos orientados al mejoramiento continuo:

Consiste en buscar la manera de mejorar los procesos y actividades continuamente, las mejoras deben ser reconocidas y promovidas, públicamente por la gerencia.

Producción basada en confiabilidad:

El grupo de mantenimiento predictivo (ingeniería de mantenimiento) debe aplicar sistemáticamente los métodos más avanzados existentes de mantenimiento predictivo como: análisis de aceite, alineación, vibración, balanceo, ultrasonido y otras. Este grupo debe tener la habilidad de predecir el comportamiento de los equipos con 12 meses de anticipación y coordinar la realización de los correctivos, y analizar la causa de los problemas.

2.4. Marco contextual

FICHA DE DESCRIPCION DE COLCHONES	
PROPIETARIO	KATHERY JOANA SARMIENTO OMAÑA
IDENTIFICACION	900855104
RAZON SOCIAL	<i>INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S</i>

FICHA DE DESCRIPCION DE COLCHONES	
NIT	900855104
CODIGO DE ACTIVIDAD	3120
DIRECCION	
TELEFONO	
MUNICIPIO	CUCUTA
ACTIVIDAD	FABRICACION DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LA ESPUMA
REGIMEN	PERSONA NATURAL

*Figura 2 Descripción de producto estrella
Fuente Propia 2022*

2.4.1. Logotipo



*Figura 3 Logotipo de Industrias La Cima Del Norte S.A.S
Fuente Control organizacional Industrias La Cima Del Norte S.A.S. 2019*

2.4.2. Aspectos Generales De La Empresa

Misión

En INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S somos generadores de confort a través de nuestra promesa de satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes distribuidores y clientes finales garantizando la mejor experiencia en los momentos de descanso.

Visión

En el 2023 seremos reconocidos como la compañía con mayor capacidad y agilidad de respuesta a las expectativas de nuestros clientes asegurando relaciones rentables y de largo plazo, orientada por principios de innovación y mejoramiento continuo; posicionándonos como empresa líder de la región en la producción y comercialización de productos para el confort, el sueño y el descanso de las personas altamente competitivos, mediante la ampliación de la cobertura y participación en el mercado.

Organigrama

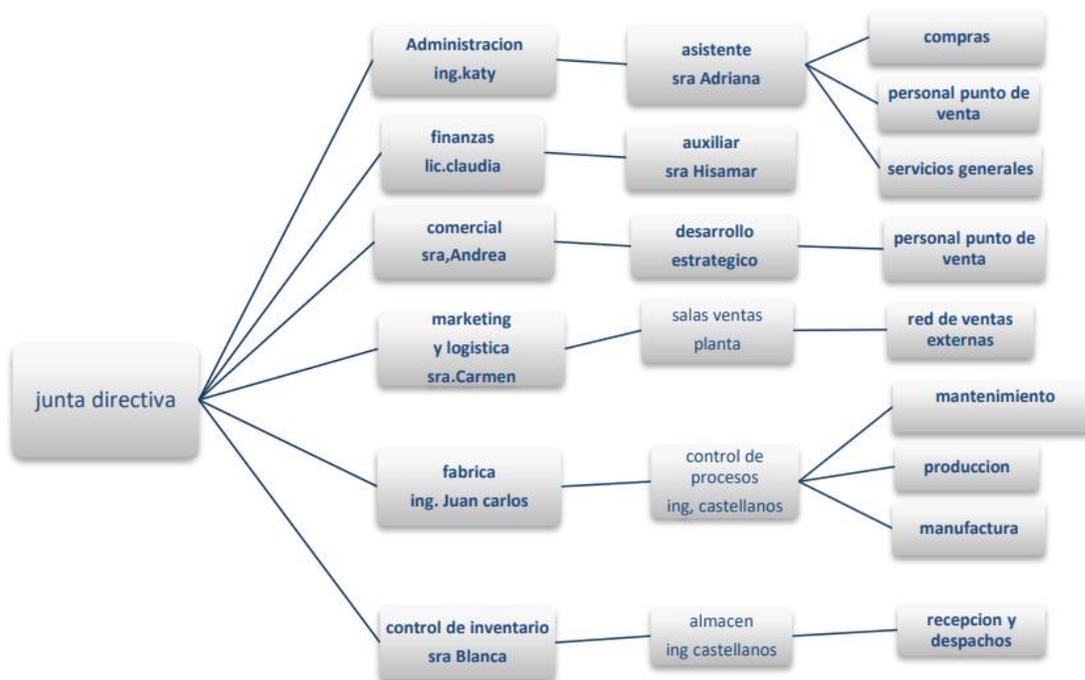


Figura 4 Organigrama

2.4.3. Valores de Industrias La Cima Del Norte S.A.S

Colaboración

- ✓ Somos jugadores de equipo
- ✓ Reconocemos las necesidades y expectativas de los grupos relacionados y los clientes internos.
- ✓ Capturamos sinergias, enseñando y aprendiendo de manera permanente.
- ✓ Promovemos el trabajo proactivo, por procesos y en redes.
- ✓ Actuamos conjuntamente movidos por objetivos comunes.
- ✓ Impactamos positivamente con nuestro trabajo en los resultados de los demás.

Confianza

- ✓ Generamos credibilidad.

- ✓ Valoramos la diversidad y el aporte de todos.
- ✓ Damos y recibimos pro alimentación para mejorar.
- ✓ Somos coherentes entre lo que pensamos, decimos y hacemos.
- ✓ Empoderamos con responsabilidad.
- ✓ Escuchamos abierta y constructivamente y nos comunicamos de manera transparente.
- ✓ Cumplimos lo que prometemos.

Innovación

- ✓ El futuro en nuestras manos.
- ✓ Somos abiertos y flexibles ante nuevas ideas.
- ✓ Cuestionamos paradigmas y movilizamos cambios.
- ✓ Volvemos simple lo complejo, promoviendo el espíritu práctico.
- ✓ Asumimos riesgos responsables y actuamos diferente para generar innovaciones afectivas.
- ✓ Reconocemos nuestras limitaciones y errores y aprendemos de ellos.

Orientación al Consumidor y al Cliente

- ✓ Nuestra razón de ser.
- ✓ Conocemos a nuestros consumidores y clientes.
- ✓ Anticipamos y superamos sus expectativas.
- ✓ Actuamos con calidad y oportunidad.

Pasión

- ✓ Comprometidos de corazón y mente.
- ✓ Generamos un ambiente positivo y entusiasta.
- ✓ Nos retamos con audacia y nos involucramos para alcanzar logros superiores.
- ✓ Reconocemos y celebramos nuestros éxitos y logros.

2.5. Marco Legal

Actualmente, la ley colombiana tiene algunas disposiciones muy importantes que tenemos que tener en cuenta en este proyecto:

Decreto 1077 de 2015

incluye la posibilidad de compilar normas de la misma naturaleza. Que por tratarse de un ..., que cumplan las condiciones técnicas y jurídicas definidas por las CCF convocantes, y ...La comisión de administración y mantenimiento de los inmuebles cuando esta la adelante

Decreto 1076 de 2015

incluye la posibilidad de compilar normas de la misma naturaleza. Que por tratarse de un ...3. Establecer las bases técnicas para clasificar y zonificar el uso del territorio ... plantación está condicionado al mantenimiento de su efecto de protección del recurso.

Estatuto del Consumidor (Ley 1480 de 2011)

aplicación, carácter de las normas y definiciones. ARTÍCULO 2°. Objeto. Las normas ... puesta en servicio, instalación y mantenimiento, no presenta riesgos irrazonables para la salud o ... características o especificaciones técnicas, las cuales en ningún caso.

Decreto 1074 de 2015

Definición y normas generales de política ambiental. ARTÍCULO 7. ... indispensables para su operación y mantenimiento; b). Aprovechamiento de cauces, de concesión, empleando sistemas técnicos de aprovechamiento.

3. Diseño Metodológico

3.1. Tipo De Investigación

La investigación que se desarrollará, será de tipo descriptivo, según (R., 1998) Jiménez R. Metodología de la Investigación. Elementos básicos para la investigación clínica. Editorial Ciencias Médicas, La Habana, 1998. Afirma que “La investigación descriptiva está siempre en la base de la explicativa. No puede formularse una hipótesis causal si no se ha descrito profundamente el problema.”.

Este estudio utiliza un enfoque híbrido, ya que se manejó información cualitativa requerida, las entrevistas o las técnicas de observación son obligatorias para todos los involucrados y se requiere información cualitativa. Se requiere información cuantitativa porque la información de investigación digital se almacenará como un accidente en la otra información existente dada en la variable.

3.2. Población Y Muestra

3.2.1. Población

Para el desarrollo de este proyecto, se contará con la totalidad del recurso humano del área de producción y así mismo con la disposición de los equipos de la empresa industrias la cima del norte S.A.S, el cual se compone por personal operativo y administrativo.

División	Número De Trabajadores
Operativa	7

Administrativa	3
Total	10

Tabla 1 Colaboradores de la empresa

Fuente Propia 2022

Maquina	Número De Maquinas
Máquina de espumado	1
Cazatera	1
Carrusel de espumado	1
Maquinas planas	4
Perfiladora	1
Maquina Cerradora	2
Plastificadora	1
Total	11

Tabla 2 Maquinaria de la empresa

Fuente Propia 2022

3.2.2. Muestra

Para la muestra seleccionada para el proyecto incluye a 7 empleados operativos y todas las máquinas que se encuentran a disposición de la empresa, representando al proyecto para analizar y estudiar cada indicador.

3.3. Instrumentos Para La Recolección De Información

3.3.1. Fuentes Primarias

Según el artículo publicado por la página web, (Benilde García Cabrero, Edith Cisneros Cohernour y Enrique Díaz Camacho, 2011) dice: “obtiene información por contacto directo con el sujeto de estudio; por medio de observación, cuestionarios, entrevistas.”, por lo cual se proponen Como fuentes de recolección de información se utilizarán las siguientes.

- ✓ Listas de verificación.
- ✓ Encuestas. Se realizarán a toda la población de estudio. (Ver anexo 1)
- ✓ Técnicas utilizadas para el estudio de tiempos
- ✓ Observación directa
- ✓ Registro fotográfico.

3.3.2. Fuentes Secundarias

Las dos fuentes de información secundaria serán los dos modelos de medición planteados en el marco teórico, como referencia para diseñar el modelo de medición industrias la cima del norte S.A.S, paralelamente, se consultará proyectos de grado, internet y profesionales en el campo de productividad.

3.4. Análisis De La Información

Para el análisis de la información recolectada, se utilizará la herramienta Microsoft Excel y el desarrollo de la herramienta digital desarrollada como una de las aplicaciones de software que

se implementará. La cual le permitirá elaborar gráficos y ordenar datos de tal forma que se permita analizar la información de una forma ágil.

4. Resultados Y Análisis

4.1. Definición de situación actual en el área de mantenimiento

Durante el desarrollo del presente proyecto, se realizó el análisis y definición de la situación actual para la empresa industrial la cima del norte SAS, desde la perspectiva de la Ingeniería Industrial, para ello se realizó la implementación de algunas herramientas para el análisis exhaustivo de los procesos y procedimientos, así como encuestas y diagnósticos aplicadas a los líderes de los procesos como colaboradores.

Con esta información, se busca identificar las fortalezas y debilidades en el área de mantenimiento, con el objetivo de establecer y las oportunidades de implementar un plan de mantenimiento preventivo que permita aumentar la eficiencia y confiabilidad de los equipos y herramientas de la organización.

4.1.1. Encuesta análisis de la situación actual.

Con el objetivo de realizar un análisis de la situación actual de la empresa, se realizó la aplicación de una herramienta de modelo encuesta, con el objetivo de comprender las debilidades y fortalezas desde un punto de vista técnico dado a que esta encuesta se le aplicó a los líderes del proceso de producción y comercial, los resultados de la encuesta serán utilizados para identificar las debilidades oportunidades amenazas y fortalezas de la organización y Así mismo o realizar un plan de acción que permita optimizar el rendimiento y contribuir para la creación de un proceso de mantenimiento donde se permita alcanzar un nivel más óptimo y efectivo de las maquinarias.

	DESARROLLO ORGANIZACIONAL	MT-001
	ENCUESTA ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUA	01
		07-01-2022
ENCUESTA PARA OBTENER UNA VISIÓN MÁS COMPLETA DE LA SITUACIÓN		
¿Cómo calificaría el estado actual de la maquinaria y equipos en su área de trabajo?		
¿Cuán fácilmente puede obtener las piezas y herramientas necesarias para el mantenimiento de su área?		
¿Cuán satisfecho está con el tiempo de inactividad de la maquinaria en su área?		
¿Cómo calificaría la eficiencia del sistema de mantenimiento preventivo en su área?		
¿Cómo calificaría la comunicación entre su área y el departamento de mantenimiento?		
¿Cuán satisfecho está con la capacitación recibida para el uso y mantenimiento de la maquinaria en su área?		
¿Cuán seguro se siente al operar la maquinaria en su área?		
¿Cómo calificaría la disponibilidad de la maquinaria en su área?		
¿Cuán satisfecho está con la respuesta del departamento de mantenimiento a las solicitudes de reparación?		
¿Cuán satisfecho está con la frecuencia de las inspecciones de seguridad de la maquinaria en su área?		
¿Cuán fácilmente puede obtener información sobre el historial de mantenimiento de la maquinaria en su área?		
¿Cuán satisfecho está con la disponibilidad de los técnicos de mantenimiento para responder preguntas o ayudar con problemas?		
¿Cuán satisfecho está con la calidad de las reparaciones realizadas en su área?		
¿Cuán satisfecho está con la planificación y programación del mantenimiento preventivo en su área?		
¿Cuán satisfecho está con la capacitación y el desarrollo de habilidades proporcionado por el departamento de mantenimiento?		

*Figura 5 Encuesta de análisis de la situación actual
Fuente KOMFORT S.A.S*

4.1.2. Entrevistas y encuestas: recolección de opiniones

El análisis de la situación actual está basado en un diagnóstico aplicado a los colaboradores de la organización así como evidencias fotográficas que permiten identificar las debilidades fortalezas y problemas que existen así como los puntos críticos que deben ser considerados con el

objetivo de proporcionar una visión completa y detallada del Estado actual basado en decisiones informadas, y así mismo poder mejorar la eficiencia en la gestión de mantenimiento ya que esto permitirá implementar y elaborar el diseño de un plan de mantenimiento preventivo con mejoras concretas a futuro.



	DESARROLLO ORGANIZACIONAL	MT-001
	DIAGNOSTICO SITUACIÓN ACTUAL EN EL ÁREA DE MANTENIMIENTO	01
		07-01-2022
1. ¿Cuáles son los principales problemas en el área de mantenimiento actualmente?		
2. ¿Cuáles son los equipos y maquinaria que tienen una mayor tasa de paradas no planificadas?		
3. ¿Cuáles son los equipos y maquinaria que tienen un alto costo de mantenimiento?		
4. ¿Cuáles son los equipos y maquinaria críticos para el proceso de la empresa?		
5. ¿Cuáles son los problemas de seguridad en el área de mantenimiento?		
6. ¿Cuáles son las oportunidades de mejora en el área de mantenimiento?		
7. ¿Cómo se comparan los costos de mantenimiento con los de otras empresas en el mismo sector?		
8. ¿Qué impacto tienen los problemas en el área de mantenimiento en la producción y los costos de la empresa?		
9. ¿Cómo se están realizando las tareas de mantenimiento preventivo y cómo se están monitoreando los resultados?		
10. ¿Qué medidas se han tomado anteriormente para abordar los problemas identificados?		

Figura 6 Guion de la entrevista

Fuente Propia.

4.1.3. Revisión de documentación: área de mantenimiento.

La revisión de documentación es una actividad esencial para la ejecución del análisis de la situación actual de la organización en el área de mantenimiento, ya que permite obtener información valiosa sobre los equipos y procesos que se deben mantener.

Al revisar la documentación existente, se pueden identificar los manuales de operación y mantenimiento de los equipos, los registros históricos de mantenimiento, los procedimientos y políticas establecidas para el mantenimiento preventivo y correctivo, entre otros. Esta información es fundamental para planificar y ejecutar el mantenimiento de manera efectiva y eficiente, asegurando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, así como la seguridad de los trabajadores y usuarios involucrados. Por lo tanto, la revisión de documentación es una tarea que debe ser realizada de manera regular y sistemática, asegurando que se tenga acceso a la información más actualizada y relevante.

Al revisar la documentación actual de la organización se identificó que la empresa no cuenta con una gestión documental que permitiera ejecutar estas actividades de manera efectiva por lo cual se realizó el diseño de un formato que permitiera la administración y buen manejo de la documentación de la empresa en temas relacionados con manejo de información por las maquinarias.

	DESARROLLO ORGANIZACIONAL		MT-001	
	HOJA DE VIDA DE LOS EQUIPOS Y HERRAMIENTAS		01	
			07-01-2022	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
REGISTRO FOTOGRAFICO	DETALLE		CARÁCTERÍSTICA	
	NOMBRE DEL EQUIPO			
	DESCRIPCIÓN			
	MARCA			
	MODELO			
	SERIE			
	FABRICANTE			
	VOLTAJE/AMPERAJE/FRECUENCIA			
	POTENCIA			
	RANGOS DE TRABAJO			
DATOS DE INTERÉS				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
OT N°	FECHA	TIPO DE MANTENIMIENTO	TRABAJO REALIZADO	REALIZADO POR

*Figura 7 Hoja de vida de maquinaria y equipos
Fuente Propia.*

Con el objetivo de optimizar la producción en nuestra organización, se llevó a cabo la elaboración de siete hojas de vida, una para cada una de las diferentes máquinas y herramientas que se utilizan en el área de producción. Cada hoja de vida incluye información detallada sobre el mantenimiento y el historial de reparaciones de cada máquina, lo que nos permite tener un mejor control sobre su estado y funcionamiento.

Además, se identificaron las 11 máquinas que actualmente están en uso en nuestra organización. Con el fin de evaluar su productividad, con el objetivo de poder llevar más adelante un análisis de criticidad que nos permitiera determinar el nivel de importancia de cada una de ellas en el proceso de producción. Gracias a esta evaluación, podemos tomar decisiones informadas

sobre la asignación de recursos y la priorización de tareas, lo que nos ayudará a optimizar nuestra eficiencia y productividad.

4.1.4. Análisis de la situación actual: Identificar problemas

La empresa Industrias La Cima del Norte S.A.S durante el diagnóstico inicial se encontró que actualmente no cuenta con un plan de mantenimiento preventivo para su maquinaria y herramientas. Esto puede ocasionar problemas en la disponibilidad y eficiencia de las mismas, lo que a su vez afecta la productividad de la empresa y su capacidad para cumplir con las demandas de los clientes.

Uno de los principales problemas que puede surgir sin un plan de mantenimiento preventivo es la falta de conocimiento sobre cuándo es necesario realizar mantenimiento a las herramientas y maquinarias. Esto puede llevar a la realización de mantenimiento incorrecto o en momentos inapropiados, lo que puede causar daños a las herramientas y maquinarias y generar gastos adicionales en reparaciones y reemplazos.

Otro problema es la posible pérdida de tiempo y dinero que se produce cuando las herramientas y maquinarias se averían o se dañan. Si no se realiza un mantenimiento adecuado y preventivo, los tiempos de inactividad pueden ser prolongados y costosos, lo que afectará la capacidad de la empresa para cumplir con sus compromisos y mantener a sus clientes satisfechos.

Además, sin un plan de mantenimiento preventivo, la empresa puede estar en riesgo de no cumplir con los estándares de seguridad necesarios para la operación de las herramientas y maquinarias. Esto puede poner en peligro a los trabajadores y puede exponer a la empresa a sanciones o multas por no cumplir con las normas de seguridad.

Dentro del análisis inicial se realizó la elaboración de un gráfico de cauro Ishikawa o diagrama de causa y efecto, el cual es una herramienta utilizada para identificar las posibles causas de un problema o situación. El diagrama se dibuja busca representar el problema en cuestión.

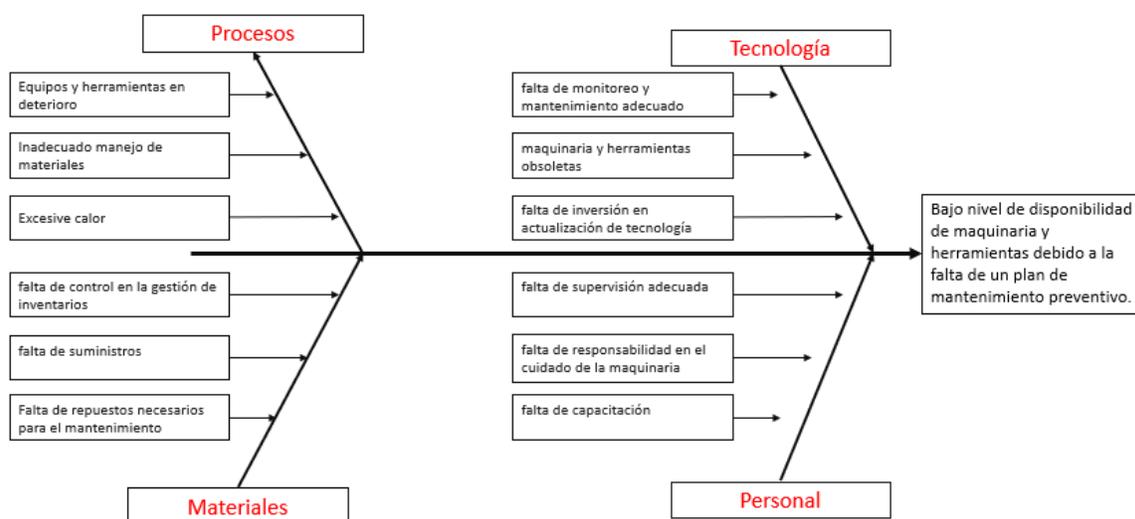


Figura 8 Causa y efecto Identificar problemas
Fuente Propia.

4.1.5. Análisis de costos: costos relacionados con el mantenimiento.

Actualmente, la empresa Industrias La Cima del Norte S.A.S no cuenta con ningún plan de mantenimiento preventivo para su maquinaria y herramientas. Esta situación presenta varias desventajas para la empresa, incluyendo un aumento en los costos de reparación y reemplazo de maquinaria y herramientas, mayores costos de tiempo de inactividad debido a fallos en los equipo y herramientas que se cuentan actualmente en la organización, y una menor disponibilidad de la maquinaria y herramientas para la producción. Además, sin un plan de mantenimiento preventivo en su lugar, la empresa puede estar operando en condiciones menos seguras, lo que podría aumentar el riesgo de accidentes y lesiones laborales.

Para abordar esta situación, la estrategia para la empresa sería diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo adecuado que sea capaz de aumentar la disponibilidad de maquinaria y herramientas para la producción, reducir el tiempo de inactividad, mejorar la eficiencia y disminuir los costos de reparación y reemplazo. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo también permitiría a la empresa operar de manera más segura y reducir el riesgo de accidentes laborales.

Para llevar a cabo esta estrategia, se podrían seguir ciertos pasos. Primero, sería necesario realizar una evaluación exhaustiva de la maquinaria y herramientas de la empresa para identificar cualquier problema o necesidad de mantenimiento. A partir de ahí, se podría diseñar un plan de mantenimiento preventivo adecuado para cada pieza de equipo. La implementación del plan podría requerir la capacitación del personal, la inversión en software de seguimiento y monitoreo, y la compra de piezas de repuesto. Además, se requeriría una supervisión constante para garantizar que el plan de mantenimiento preventivo esté siendo llevado a cabo adecuadamente y para realizar cualquier ajuste necesario.

Esto nos lleva a realizar una tabla que nos permita identificar cuales son las oportunidades de mejoras para las áreas encargadas de costos y mantenimiento.

Oportunidades de mejora	Área de mantenimiento	Área de costos
Implementar un plan de mantenimiento preventivo adecuado	✓	
Capacitar al personal en técnicas de mantenimiento preventivo	✓	✓

Oportunidades de mejora	Área de mantenimiento	Área de costos
Adquirir herramientas y equipos de monitoreo y seguimiento	✓	✓
Implementar un programa de mantenimiento predictivo	✓	
Realizar inspecciones regulares para identificar problemas de mantenimiento	✓	✓
Establecer un programa de gestión de inventario de piezas de repuesto		✓
Establecer un programa de mantenimiento correctivo rápido	✓	
Realizar evaluaciones de costo-beneficio para la sustitución de equipos obsoletos		✓
Analizar y optimizar los ciclos de mantenimiento preventivo	✓	
Implementar un sistema de gestión de mantenimiento informatizado	✓	✓

*Tabla 3 Oportunidades de mejora
Autoría: Propia*

4.1.6. Análisis de indicadores: Medir indicadores clave del mantenimiento.

Durante el análisis de la situación actual, se evaluó la implementación de indicadores clave de mantenimiento en la empresa fabricante de colchones, INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S. Con el objetivo de medir el rendimiento y la eficacia del mantenimiento, así como controlar los costos asociados.

Se identificó que actualmente, la empresa no cuenta con un conjunto de indicadores clave de desempeño para el mantenimiento, lo que representa una debilidad en su gestión de mantenimiento. Por lo que se propuso establecer un conjunto de indicadores claves de desempeño y rendimiento para el área de mantenimiento, que incluyen indicadores relacionados con el tiempo de inactividad del equipo, la disponibilidad del equipo, la tasa de fallos y el tiempo promedio de reparación, así como indicadores relacionados con los costos de mantenimiento.

Indicador	Fórmula de cálculo	Objetivo
Tiempo medio entre fallos (MTBF)	Tiempo total de operación / número de fallas	Aumentar el tiempo medio entre fallos
Tiempo medio de reparación (MTTR)	Tiempo total de reparación / número de reparaciones	Reducir el tiempo medio de reparación
Porcentaje de mantenimiento preventivo realizado	(Número de trabajos de mantenimiento preventivo realizados / Total de trabajos de mantenimiento) x 100	Realizar la mayor cantidad de mantenimiento preventivo posible
Índice de disponibilidad de las máquinas (IDA)	(Tiempo de operación de la máquina - Tiempo de inactividad) / Tiempo de operación de la máquina x 100	Aumentar la disponibilidad de las máquinas
Costo de mantenimiento como porcentaje de los ingresos	(Costo total de mantenimiento / Ingresos totales) x 100	Reducir los costos de mantenimiento
Tiempo promedio de respuesta a las solicitudes de mantenimiento	Tiempo total de respuesta a las solicitudes de mantenimiento / Número de solicitudes de mantenimiento	Reducir el tiempo promedio de respuesta a las solicitudes de mantenimiento
Horas de formación en mantenimiento del personal	Número total de horas de formación en mantenimiento del personal	Aumentar las horas de formación en mantenimiento del personal

Indicador	Fórmula de cálculo	Objetivo
Índice de seguridad en el área de mantenimiento	Número de accidentes / Total de horas de trabajo	Reducir el número de accidentes

*Tabla 4 Indicadores claves para el área de mantenimiento
Autoría: Propia*

La implementación de estos indicadores permitirá a la empresa poder controlar su rendimiento en los mantenimientos y así poder identificar aspectos de mejora y tomar decisiones informadas sobre cómo mejorar sus procesos. Además, la implementación de indicadores clave de desempeño relacionados con los costos de mantenimiento permitió a la empresa controlar y monitorear los costos asociados con el mantenimiento, asegurando que se mantengan dentro del presupuesto.

4.1.7. Resume la situación actual.

En el marco de este proyecto de tesis, se llevó a cabo como primera etapa del proyecto la definición de la situación actual en el área de mantenimiento, con el fin de analizar el estado de la gestión de mantenimiento dentro de la empresa. Para ello, se utilizaron herramientas de investigación cualitativas y cuantitativas, incluyendo entrevistas, encuestas y revisión documental.

Los resultados obtenidos indican que la empresa presenta deficiencias en su gestión de mantenimiento, ya que no cuenta con un sistema definido para el control ni manejo de la información, lo que dificulta la evaluación y medición del rendimiento. Además, se evidenció que los procesos de mantenimiento no están debidamente estandarizados, lo que resulta en una falta de eficiencia y eficacia en su realización. Asimismo, se detectaron problemas en cuanto al registro y seguimiento de las actividades de mantenimiento, lo que dificulta la trazabilidad y la toma de decisiones informadas.

Con estas medidas, se espera mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos de mantenimiento, reducir los costos y aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y maquinarias.

4.2. Análisis de la criticidad y fuentes de paradas en máquinas

4.2.1. Identificación de máquinas críticas: Evaluación de impacto.

La identificación de máquinas críticas es un proceso importante en el ámbito de la gestión de activos, que implica identificar las máquinas y equipos que son esenciales para el funcionamiento de un proceso de fabricación de colchones para la empresa INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S, y que tienen un impacto significativo en la producción, calidad o seguridad.

En el marco del análisis de la criticidad y fuentes de paradas en máquinas, se realizó la identificación de las máquinas críticas en la empresa. Para ello, se llevó a cabo una evaluación del impacto en la producción y costos de cada máquina en operación, con el fin de determinar su grado de importancia y criticidad en el proceso productivo.

Los resultados obtenidos indican que se identificaron varias máquinas críticas en la empresa, que tienen un impacto significativo en la producción y los costos de operación. Se evidenció que las máquinas críticas presentan mayores tasas de fallas y paradas, lo que afecta directamente la capacidad de producción y la eficiencia de los procesos.

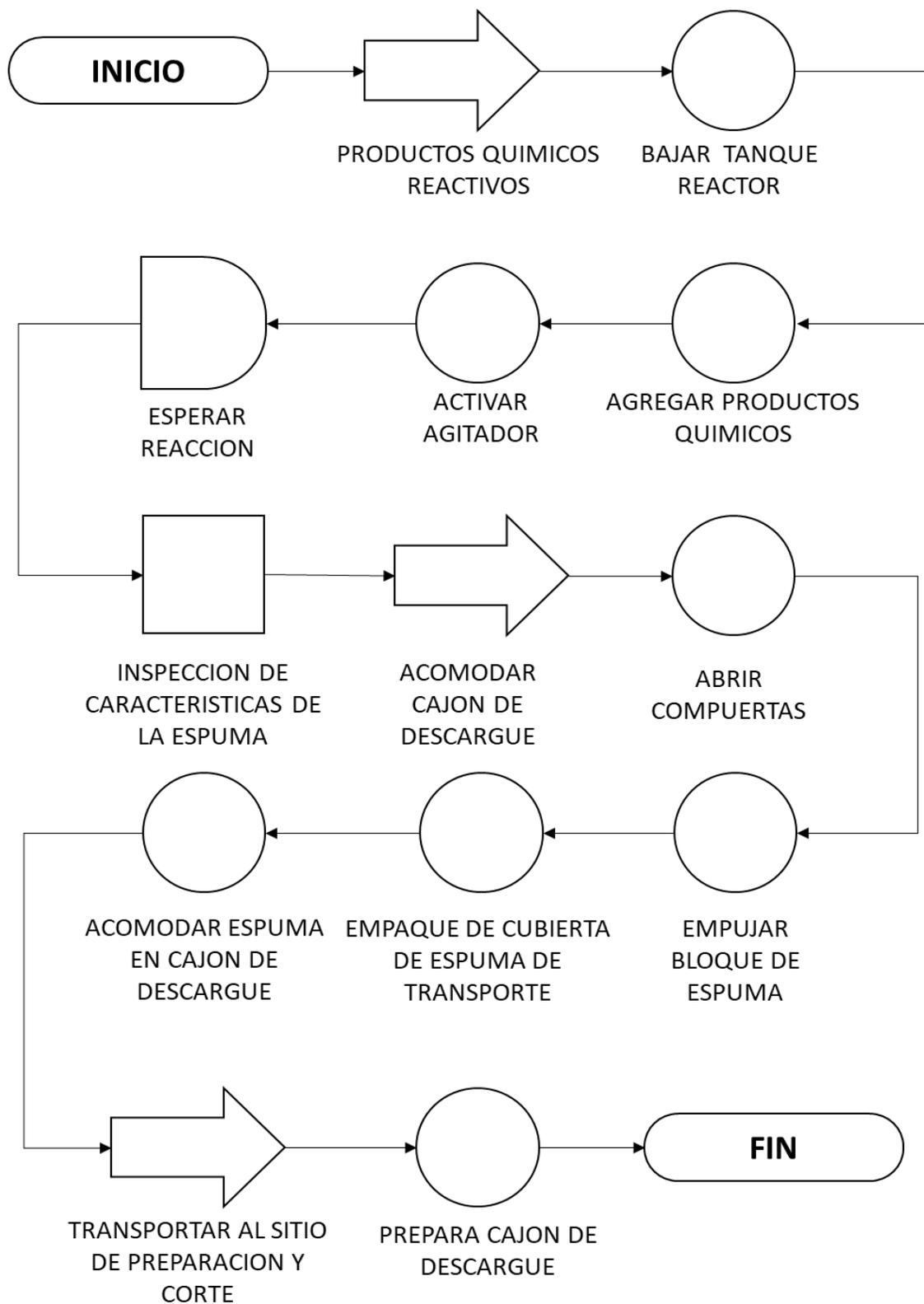


Figura 9 Diagrama de flujo del proceso de fabricación de espuma

Autoría: INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S

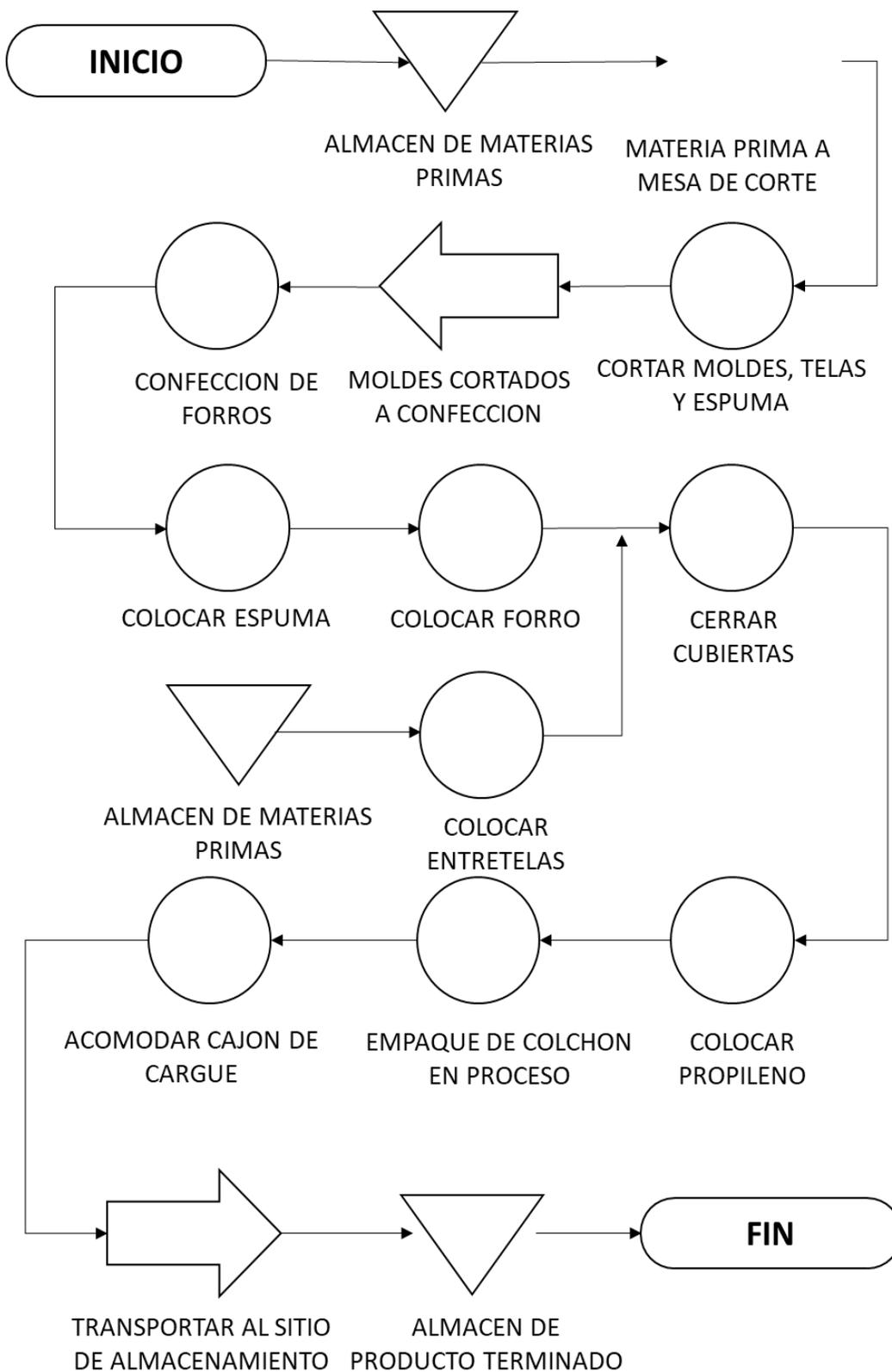


Figura 10 Diagrama de flujo del proceso de Modelado y Cierre de colchón
Autoría: INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S

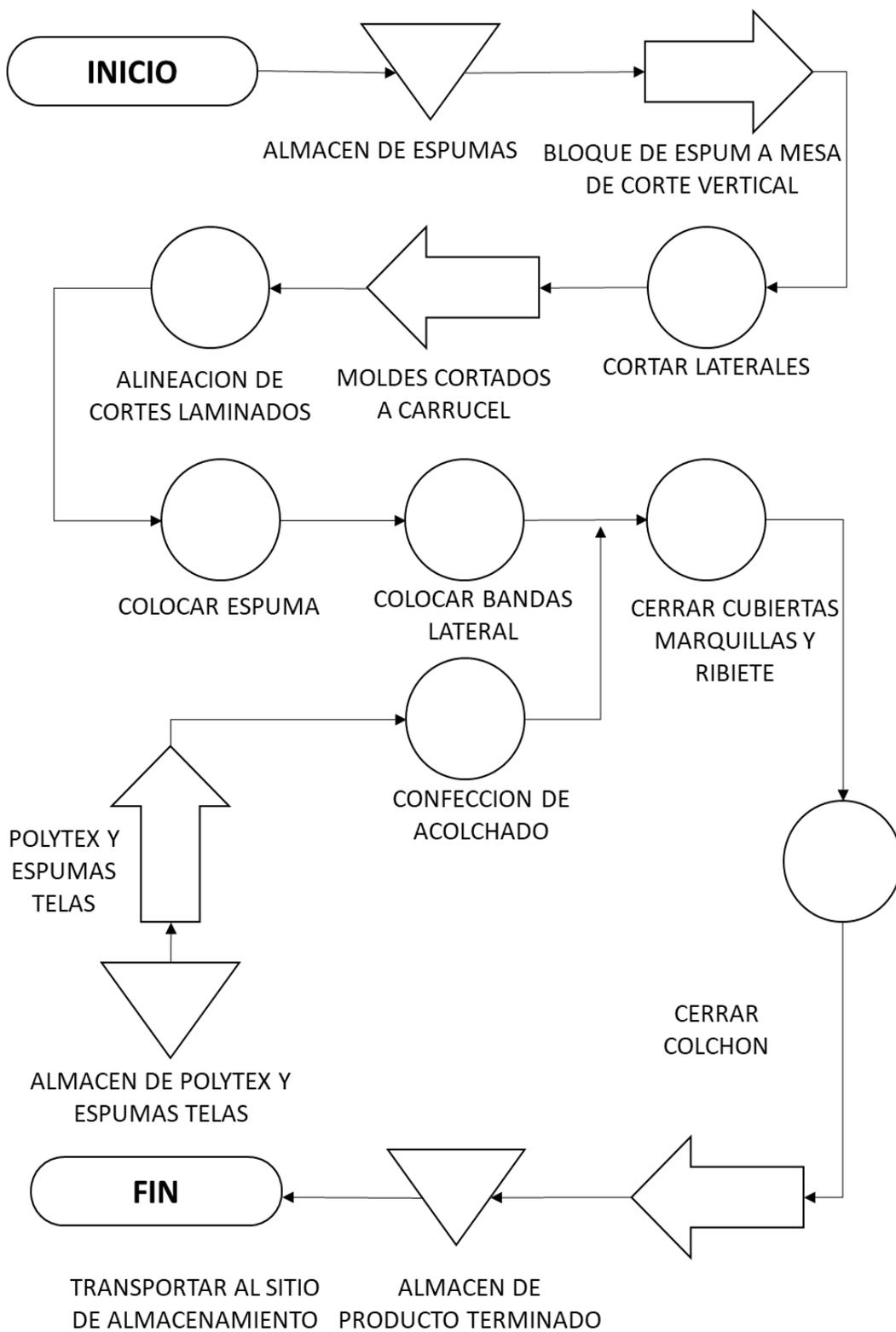


Figura 11 Diagrama de flujo del proceso de Corte, Modelado y Cierre de colchón A

Autoría: INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S

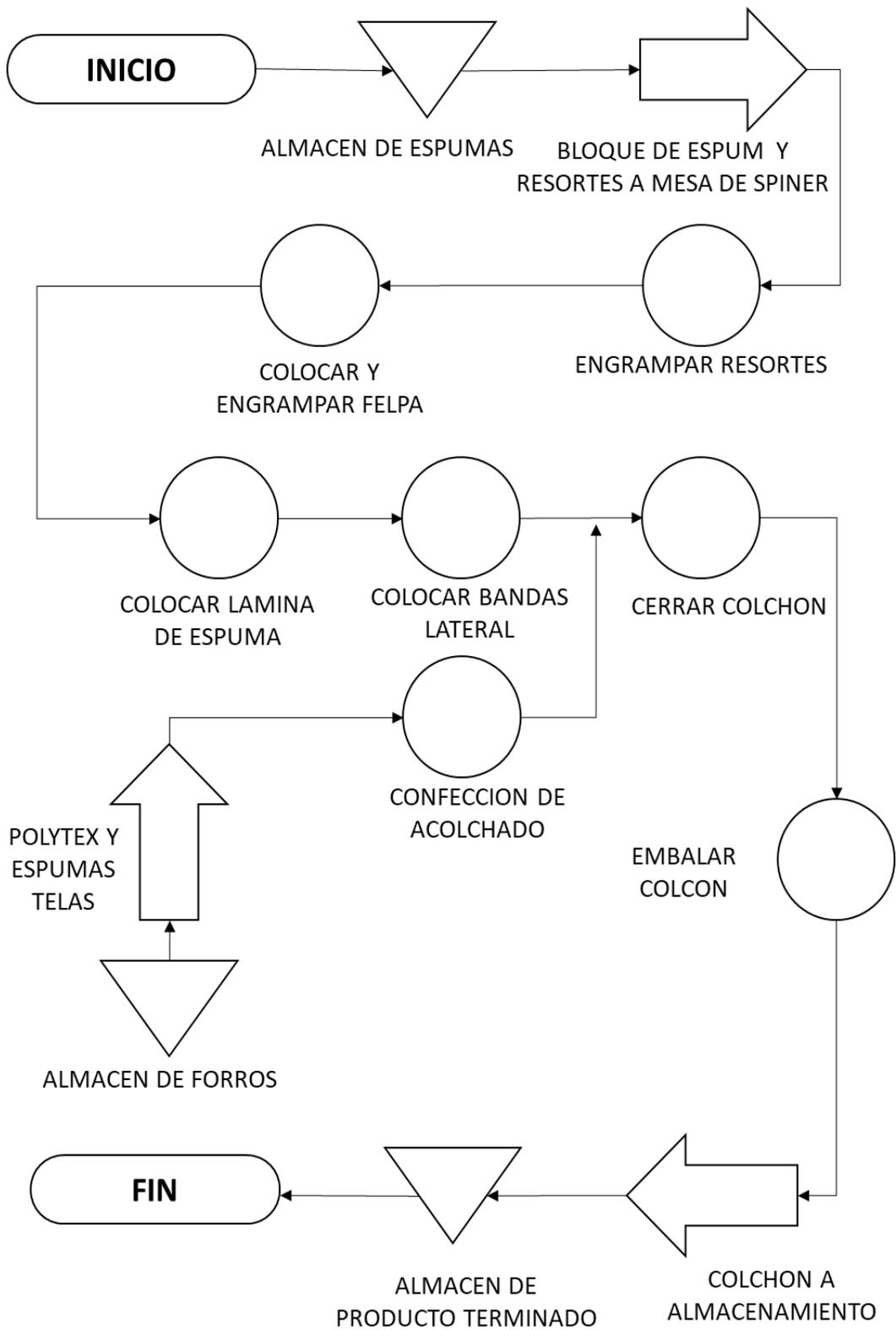


Figura 12 Diagrama de flujo del proceso de Corte, Modelado y Cierre de colchón B
 Autoría: INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE S.A.S

Máquina	Impacto en producción	Impacto en costos	Nivel de criticidad
Máquina de espuma de poliuretano	Alto	Medio	Crítico
Máquina cortadora de espuma	Medio	Bajo	Moderado
Máquina de espuma en carrusel	Alto	Alto	Crítico
Máquinas de corte plano	Bajo	Bajo	Bajo
Máquina perfiladora de espuma	Medio	Medio	Moderado
Máquina cerradora de colchones	Bajo	Bajo	Bajo
Máquina de recubrimiento de plástico	Medio	Alto	Crítico

Tabla 5 Tabla de Identificación de máquinas críticas
 Autoría: Propia

La identificación de las máquinas críticas en la empresa permite enfocar los esfuerzos de mantenimiento y gestión de riesgos en las máquinas más importantes para la producción y los costos. Esto puede ayudar a mejorar la eficiencia y la rentabilidad del proceso de producción.

En esta tabla se evalúa el impacto de cada máquina en la producción y los costos de la empresa, y se asigna un nivel de criticidad a cada máquina en función de su importancia para el proceso de producción (Esta información se dio a un análisis de lo importante que es cada máquina en cada uno de los flujos de trabajo y así mismo el costo de mantenimiento).

En consecuencia, se recomienda que se establezcan planes de mantenimiento preventivo y predictivo específicos para las máquinas críticas, con el fin de reducir el riesgo de fallas y paradas no programadas. Asimismo, se sugiere la implementación de un sistema de monitoreo continuo de las máquinas críticas, que permita detectar y corregir problemas en tiempo real, y la capacitación

y formación del personal encargado del mantenimiento y operación de estas máquinas. Con estas medidas, se espera mejorar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas críticas, aumentar la eficiencia y eficacia de los procesos productivos y reducir los costos de operación.

4.2.2. Análisis de paradas: Recopilación de información de las máquinas.

El análisis de paradas es un proceso importante para identificar las causas y la duración de las paradas de las máquinas y equipos, y tomar medidas para mejorar la eficiencia y la productividad.

CAUSAS PROBABLES		CODIGO DE MAQUINARIA						PLA-MPL- XXX
		ESP-MAC- XXX	CAZ-DES- XXX	CAR-ESP- XXX	PLA-EMB- XXX	PER-MET- XXX	CER-FAB- XXX	
Máquinas	Fallos mecánicos en las máquinas	CRÍTICO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MODERAD O	BAJO
	Mantenimientos programados	MODERAD O	MODERAD O	BAJO	CRÍTICO	BAJO	BAJO	BAJO
	Problemas con el suministro de energía eléctrica o de gas	BAJO	BAJO	BAJO	MODERAD O	MODERAD O	BAJO	BAJO
Método	Falta de procedimientos claros y detallados	BAJO	BAJO	CRÍTICO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO

CAUSAS PROBABLES		CODIGO DE MAQUINARIA						
		ESP-MAC- XXX	CAZ-DES- XXX	CAR-ESP- XXX	PLA-EMB- XXX	PER-MET- XXX	CER-FAB- XXX	PLA-MPL- XXX
	forma inadecuada o expuestos							
Medio ambiente	Problemas ambientales como cortes de energía, incendios ..etc	BAJO	MODERAD O	BAJO	MODERAD O	BAJO	MODERAD O	BAJO
	Condiciones climáticas extremas que dificultan la producción	BAJO	BAJO	CRÍTICO	BAJO	CRÍTICO	BAJO	BAJO
	Problemas de transporte y logística que afectan la llegada de los materiales	MODERAD O	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	BAJO	MODERAD O
		15%	13%	14%	18%	14%	14%	13%

*Tabla 6 Análisis de posibles fallas en producción
Autoría: Propia*

Durante la realización de este proyecto, se llevó a cabo la recopilación de información sobre las paradas de las máquinas en la empresa. Para ello, se realizó una revisión de las posibles causas de paradas de las máquinas, dado a que la empresa en la actualidad no contaba con un seguimiento histórico de paradas, así como de reportes de mantenimiento y las órdenes de trabajo, con el fin de identificar las causas de las paradas y los costos asociados.

(VER ANEXO)

*Anexo 1 FT-MT-009 Análisis de posibles fallas en producción
Autoría: Propia*

Los resultados obtenidos permitieron identificar las principales causas de las paradas de las máquinas, entre las que se destacan las fallas mecánicas, eléctricas y de control (Mano de obra y medio ambiente), así como las paradas por mantenimiento preventivo y correctivo. Asimismo, se pudo determinar el costo asociado a cada parada, tanto en términos de pérdida de producción como de costos de reparación y mantenimiento.

Máquina	Probabilidad de falla	Impacto en la producción	Criticidad	% Criticidad
Máquina de espuma de poliuretano	0.147887324	3	0.443661972	44.37%
Máquina cortadora de espuma	0.126760563	3	0.38028169	38.03%
Máquina de espuma en carrusel	0.14084507	3	0.422535211	42.25%
Máquinas de corte plano	0.176056338	2	0.352112676	35.21%
Máquina perfiladora de espuma	0.14084507	2	0.281690141	28.17%
Máquina cerradora de colchones	0.14084507	1	0.14084507	14.08%
Máquina de recubrimiento de plástico	0.126760563	1	0.126760563	12.68%

Tabla 7 Análisis del impacto en la producción

Autoría: Propia

A partir de esta información, se calcula la criticidad de cada máquina utilizando una fórmula que combina la probabilidad de falla y el impacto en la producción. Los resultados se presentan en la tabla en forma de valor numérico y porcentaje, permitieron identificar que la máquina de espuma de poliuretano es la que presenta la mayor criticidad, con un 44.37% de

probabilidad de falla y un impacto en la producción alto. Esto significa que, si esta máquina falla, tendrá un impacto significativo en la producción de la empresa. Por lo tanto, se deben tomar medidas para reducir la probabilidad de fallas de esta máquina y garantizar su disponibilidad para la producción.

También se puede observar que las máquinas cortadoras de espuma y espuma en carrusel presentan una alta criticidad, con un 38.03% y 42.25% respectivamente. Esto indica que estas máquinas también deben ser sometidas a un mantenimiento preventivo constante para reducir la probabilidad de fallas y minimizar el impacto en la producción.

En consecuencia, se recomienda la implementación de medidas preventivas para reducir la frecuencia y duración de las paradas, tales como la implementación de planes de mantenimiento preventivo y predictivo, la mejora de la calidad de los insumos y materiales utilizados en las máquinas, y la capacitación y formación del personal encargado del mantenimiento y operación de las máquinas. Además, se sugiere la implementación de un sistema de monitoreo continuo de las máquinas, que permita detectar y corregir problemas en tiempo real, con el fin de evitar paradas no programadas y reducir los costos asociados. Con estas medidas, se espera mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos productivos, aumentar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas, y reducir los costos de operación y mantenimiento en la empresa.

4.2.3. Identificación de causas raíz: Análisis de las causas raíz de las paradas.

	Oportunidades (O)	Amenazas (A)

		Posibilidad de invertir en tecnología para mejorar la eficiencia del proceso de producción (O1)	Oportunidad de mejorar la capacitación del personal técnico en el mantenimiento de las máquinas (O2)	Posibilidad de mejorar la gestión del inventario de piezas de repuesto para las máquinas (O3)	Posibilidad de diversificar el portafolio de productos de la empresa (O4)	Alta probabilidad de falla de las máquinas críticas (A1)	Impacto financiero de la reparación y mantenimiento de las máquinas (A2)	Posibilidad de aumento en el costo de los materiales y los suministros necesarios (A3)	Posibilidad de aumento en el costo de la energía y los servicios públicos (A4)
Fortalezas (F)	Alta probabilidad de éxito en la reducción de fallas de las máquinas críticas (F1)	Estrategia FO: Utilizar la alta probabilidad de éxito en la reducción de fallas de las máquinas críticas (F1) para aprovechar la posibilidad de invertir en tecnología para mejorar la eficiencia del proceso de producción (O1).				Estrategia FA: Utilizar la experiencia en el mantenimiento preventivo de las máquinas (F2) y la alta probabilidad de			
	Conocimiento y experiencia en el mantenimiento preventivo de las máquinas (F2)								
	Disponibilidad de un presupuesto adecuado para el mantenimiento de las máquinas (F3)								
	Experiencia en el diseño y la fabricación de máquinas (F4)								
Debilidades (D)	Alta criticidad de la máquina de espuma de poliuretano (D1)	Estrategia DO: Utilizar la alta criticidad de la máquina perfiladora de espuma (D5) y la alta criticidad de la máquina de recubrimiento de plástico (D7) para aprovechar la posibilidad de mejorar la planificación de la producción para				Estrategia DA: Abordar la criticidad moderada de la máquina de corte plano (D4) y la criticidad moderada de la máquina cerradora de colchones (D6) a través de la mejora en la planificación de la			
	Alta criticidad de la máquina cortadora de espuma (D2)								

	Alta criticidad de la máquina de espuma en carrusel (D3)	reducir la carga de trabajo en las máquinas críticas (O5).	producción para reducir la carga de trabajo en las máquinas críticas.
	Criticidad moderada de la máquina de corte plano (D4)		

Figura 13 Identificación de causas raíz
Autoría: Propia

4.2.4. Priorización de acciones para reducir paradas.

La priorización de acciones es un proceso importante para seleccionar y priorizar las acciones necesarias para reducir las paradas en las máquinas y equipos.

		Oportunidades (O)				Amenazas (A)				
		(O1)	(O2)	(O3)	(O4)	(A1)	(A2)	(A3)	(A4)	
Fortalezas (F)	(F1)	5	1	3	3	2	5	1	5	25
	(F2)	4	3	5	5	1	1	1	4	24
	(F3)	2	1	3	5	3	4	4	3	25
	(F4)	5	2	2	3	1	5	5	4	27
Debilidades (D)	(D1)	3	3	2	5	4	4	4	1	26
	(D2)	4	1	5	5	5	2	5	5	32
	(D3)	2	3	5	2	3	2	1	3	21
	(D4)	2	1	5	5	4	5	1	5	28
		27	15	30	33	23	28	22	30	208

Figura 14 Identificación de causas raíz, Cuantitativa

Autoría: Propia

Dentro de la selección y priorización de acciones para reducir las paradas de las máquinas en una empresa fabricante de colchones, se realizó una evaluación de las posibles causas asociadas a las paradas de las máquinas, con el fin de identificar las acciones más efectivas para reducir la frecuencia y duración de las paradas.

Entre las acciones prioritarias seleccionadas, se incluyó la implementación de un plan de mantenimiento preventivo y predictivo para las máquinas críticas, la mejora de la calidad de los insumos y materiales utilizados en las máquinas, y la capacitación y formación del personal encargado del mantenimiento y operación de las máquinas. Asimismo, se sugirió la implementación de un sistema de monitoreo continuo de las máquinas, que permita detectar y corregir problemas en tiempo real, con el fin de evitar paradas no programadas y reducir los costos asociados.

Con la implementación de estas acciones prioritarias, se espera reducir significativamente la frecuencia y duración de las paradas de las máquinas, mejorar la eficiencia y eficacia de los procesos productivos, aumentar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas, y reducir los costos de operación y mantenimiento en la empresa.

4.2.5. Implementación de medidas: Ejecución de las acciones seleccionadas.

Luego de haber definido y planificado las medidas necesarias para llevar a cabo el análisis de criticidad de las máquinas de la empresa INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE SAS, se procederá a la implementación de dichas medidas. Esto implica la ejecución de las acciones seleccionadas, siguiendo los métodos y procedimientos establecidos en el plan diseñado. Entre las

acciones a realizar se encuentran la revisión y limpieza de las máquinas, la sustitución de piezas desgastadas, la verificación de los niveles de lubricación, entre otras.

Se plantearon los formatos necesarios para llevar a cabo el plan de mantenimiento preventivo en la empresa INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE SAS:

- Formato de registro de la información de las máquinas (Hoja de vida de la maquinaria y herramienta)
- Formato de Registro del personal encargado del mantenimiento
- Formato de jerarquización de criterio de criticidad

Es importante asegurarse de llevar a cabo cada acción correctamente y en el momento establecido, para garantizar el correcto funcionamiento de las máquinas y lograr así el objetivo de mejorar la disponibilidad y optimizar los tiempos operativos de la empresa.

4.2.6. Seguimiento y evaluación del impacto de medidas implementadas.

Durante la evaluación del impacto de las medidas implementadas, se llevó a cabo un análisis de la capacidad máxima de producción antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo en la empresa INDUSTRIAS LA CIMA DEL NORTE SAS. Antes de la implementación del plan de mantenimiento preventivo y después del diagnóstico inicial de la empresa, se observó que la capacidad máxima de producción era del 73.52%.

(VER ANEXO)

Anexo 2 Registro de la capacidad máxima de producción

Autoría: Propia

La implementación del formato de seguimiento del registro de la capacidad máxima de producción ha sido fundamental para la empresa, ya que permite tener un registro detallado de la

producción que se realiza en un período determinado de tiempo. Con este formato se ha logrado llevar un control más efectivo de las máquinas y de los operarios encargados de su mantenimiento y uso. La información que se obtiene de este formato es valiosa para la toma de decisiones en la empresa, ya que permite identificar posibles cuellos de botella y establecer medidas preventivas para evitar retrasos en la producción.

Además, el seguimiento del registro de la capacidad máxima de producción ha permitido conocer la capacidad real de la empresa antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo. Se ha observado que antes de la implementación del plan, la capacidad máxima de producción era de un 73.5%, lo que evidencia que existían problemas en el mantenimiento de las máquinas y en la gestión del personal encargado de su uso.

4.3. Plan de mantenimiento preventivo según especificaciones del fabricante.

4.3.1. Especificaciones del fabricante

La elaboración del plan de mantenimiento preventivo general es un paso importante en la gestión del mantenimiento de cualquier empresa. Este plan tiene como objetivo principal mantener en óptimas condiciones los equipos y maquinarias utilizados en la producción, de manera que se puedan evitar posibles fallas o paradas no programadas que puedan afectar la productividad de la empresa. Para elaborar este plan es necesario tener en cuenta las especificaciones del fabricante de los equipos, sin embargo, en algunas ocasiones no es posible obtener esta información de manera precisa. En el caso de la empresa Industrias La Cima Del Norte SA S, se realizó una búsqueda exhaustiva de las especificaciones del fabricante de los equipos, sin embargo, no fue posible encontrar información detallada al respecto.

NOMBRE DE LA MAQUINA	CODIGO	MARCA	MODELO	SERIE	FABRICANTE	LINK DE ANEXO
Máquina de espuma de poliuretano	ESP-MAC-XXX	Cannon	A900	A8347	Cannon	Ver Anexo
Máquina cortadora de espuma	CAZ-DES-XXX	FMI	FMI-MC-500	FMI-2019	FMI	Ver Anexo
Máquina de espuma en carrusel	CAR-ESP-XXX	Hennecke	STREAMLINE R	RL-3256	Hennecke	Ver Anexo
Máquinas de corte plano	PLA-EMB-XXX	Eastman	Blue Streak II	SR-9875	Eastman	Ver Anexo

Máquina perfiladora de espuma	PER-MET-XXX	Tecnocut	3020	ST5123	Tecnocut	Ver Anexo
Máquina cerradora de colchones	CER-FAB-XXX	Global	GSG-928	GL-2319	Global	Ver Anexo
Máquina de recubrimiento de plástico	PLA-MPL-XXX	Nordmeccanica	Simplex SL	SL-6412	Nordmeccanica	Ver Anexo

*Figura 15 Tabla de especificaciones del fabricante
Autoría: Propia*

Ante la falta de especificaciones del fabricante, se procedió a buscar información similar en otros manuales de equipos similares, así como en internet. De esta manera, se pudo establecer las especificaciones del fabricante que incluía las tareas básicas de mantenimiento, como son la limpieza, lubricación, ajuste y cambio de piezas de desgaste. Además, se establecieron los tiempos y periodicidades de mantenimiento para cada uno de los equipos, teniendo en cuenta su nivel de criticidad y su frecuencia de uso.

Es importante mencionar que la elaboración del plan de mantenimiento preventivo general se realizó de manera participativa, involucrando a los operarios y técnicos de mantenimiento de la empresa. De esta manera, se pudieron recoger sus observaciones y sugerencias para mejorar la eficacia y garantizar que se adapte a las necesidades de la empresa. Una vez elaborado el plan, se procedió a su implementación, siguiendo rigurosamente los tiempos y periodicidades establecidos para cada tarea de mantenimiento. De esta manera, se logró mantener en óptimas condiciones los equipos y maquinarias utilizados en la producción, lo que se tradujo en una disminución significativa de las paradas no programadas y un aumento en la productividad de la empresa.

4.3.2. Programa de inspecciones regulares

Al implementar el programa de inspecciones regulares, se ha logrado mejorar considerablemente el seguimiento de las máquinas en la empresa. Se han establecido inspecciones semanales y mensuales, lo que ha permitido detectar problemas tempranamente y tomar medidas preventivas para evitar mayores daños o tiempos de inactividad.

Para el seguimiento de las inspecciones, se ha creado un formato específico para cada tipo de inspección. En el formato semanal se registran las inspecciones visuales y de limpieza que se deben realizar en cada máquina, además de cualquier anomalía detectada, En el formato se registran mediciones de parámetros críticos y pruebas de funcionamiento. Finalmente, en el formato mensual se registran inspecciones más exhaustivas, incluyendo mantenimiento preventivo programado y cambio de piezas.

	SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO INTEGRAL		FT-MT-015				
	REGISTRO DE INSPECCIONES SEMANALES Y MENSUALES		VERSIÓN: 00				
			FECHA: 25-01-2023				
Fecha de inspección y hora:	Unidad Operativa			Localidad:			
Inspección realizada por:	Cuenta con certificación de uso			Si	No		
LISTA DE CHEQUEO							
No.	ELEMENTO A INSPECCIONAR	CRITERIO					OBSERVACIONES
		O	D	M	S	CR	
1	Sistemas eléctricos y electrónicos						
2	Elemento de fallas						
3	Interruptor de parada						
4	Estructuras y superficies						
5	Sistemas de seguridad						
6	Iluminación						
7	Acceso al ascensor						
8	Paredes y techo de la cabina						
9	Dispositivo de control manual						
10	Altura de piso a techo						
11	Limpieza						
12	Ventilación						
13	Placa de capacidad						
14	Fuerza de arranque						
15	El ascensor cuenta con programa de mantenimiento						
16	Se tiene cronograma de mantenimiento preventivo						
OBSERVACIONES							
Firma responsable inspección			Firma responsable unidad operativa				

Figura 16 FT-MT-015 Registro de inspecciones semanales y mensuales
Autoría: Propia

Gracias a este programa de inspecciones regulares y a los formatos de seguimiento, se ha logrado aumentar la disponibilidad de las máquinas, reducir los tiempos de inactividad. Además, el personal encargado del mantenimiento preventivo ha adquirido un mayor conocimiento de las

máquinas y su funcionamiento, lo que ha permitido una toma de decisiones más rápida y eficiente ante cualquier problema detectado.

Estado de la máquina	Acciones recomendadas
Óptimo	Continuar con el programa de inspecciones regulares y mantenimiento preventivo
Con desgaste normal	Realizar el mantenimiento preventivo correspondiente
Con desgaste moderado	Realizar el mantenimiento preventivo correspondiente y considerar la posibilidad de realizar una reparación
Con desgaste severo	Realizar el mantenimiento preventivo correspondiente, realizar la reparación necesaria y considerar la posibilidad de reemplazar la máquina
Falla crítica	Detener la operación de la máquina, realizar las reparaciones necesarias y volver a realizar las pruebas correspondientes para verificar su funcionamiento óptimo antes de volver a ponerla en operación

*Tabla 8 Estado de la máquina
Autoría: Propia*

Es importante señalar que estos son solo posibles resultados y que las acciones recomendadas pueden variar en función del tipo de máquina, su uso y su nivel de criticidad dentro del proceso productivo de la empresa. Además, es fundamental que las inspecciones regulares y el

*Figura 17 Cronograma del plan de mantenimiento
Autoría: Propia*

(VER ANEXO)

*Anexo 3 Cronograma del plan de mantenimiento
Autoría: Propia*

4.3.4. Registro y seguimiento de actividades de mantenimiento

Llevar un registro y seguimiento de las actividades de mantenimiento es de gran importancia para cualquier empresa, ya que esto permite tener un control sobre las acciones realizadas en las maquinarias y equipos, y asegurarse de que se han realizado de manera adecuada y en el tiempo previsto. Este registro permite a los responsables del mantenimiento conocer el historial de cada una de las máquinas, su estado actual y su evolución a lo largo del tiempo. Además, permite programar y planificar futuras actividades de mantenimiento, ya que se tiene un registro de la última vez que se llevó a cabo una determinada acción y se puede establecer un calendario de mantenimiento preventivo para cada máquina.

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO INTEGRAL		FT-MT-004
	REGISTRO Y SEGUIMIENTO DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO		VERSIÓN: 00
			FECHA: 25-01-2023
FECHAS			
Fecha programada	Fecha revisión	Fecha de Reporte	
DATOS TÉCNICOS DEL ENCARGADO			
Nombre	Número identificación	Teléfono	
DATOS TÉCNICOS DEL EQUIPO			
Descripción del Equipo/Herramienta	Equipo/Referencia	Marca/Modelo	
DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTIVIDAD			
MANTENIMIENTO PREVENTIVO			
ACTIVIDADES ESPECÍFICAS			
Actividad 1	Actividad 5	Actividad 9	
Actividad 2	Actividad 6	Actividad 10	
Actividad 3	Actividad 7	Actividad 11	
Actividad 4	Actividad 8	Actividad 12	
DESCRIPCIÓN / OBSERVACIONES			
ACTIVIDADES CORRECTIVAS			
Elaboró		Autorizó	
Nombre y Firma		Nombre y Firma	

*Figura 18 Registro y seguimiento de actividades de mantenimiento
Autoría: Propia*

El registro y seguimiento de actividades de mantenimiento también es importante para garantizar la seguridad en la empresa. Al tener un registro actualizado de las acciones de mantenimiento, se puede detectar cualquier anomalía en las máquinas y equipos, y tomar las medidas necesarias para prevenir accidentes y proteger la integridad física de los trabajadores.

4.3.5. Resolución de problemas y reparación de equipos

La resolución de problemas y reparación de equipos es una actividad crucial en cualquier plan de mantenimiento preventivo. En ocasiones, a pesar de contar con medidas preventivas adecuadas, pueden surgir fallas o averías en los equipos. Por ello, es fundamental contar con un proceso establecido para solucionar estos problemas de manera eficiente y efectiva.

El proceso de resolución de problemas y reparación de equipos generalmente incluye la identificación de la falla o avería, el diagnóstico de la causa raíz, la determinación de la solución más adecuada y la implementación de las medidas correctivas necesarias. Es importante llevar un registro detallado de cada uno de estos pasos, incluyendo las piezas de repuesto utilizadas, las reparaciones realizadas y el tiempo empleado en cada etapa del proceso. De esta manera, se pueden identificar patrones de fallas y determinar si se requieren mejoras en el plan de mantenimiento preventivo para evitar futuros problemas.

Es importante mencionar que la resolución de problemas y reparación de equipos debe ser realizada por personal capacitado y con experiencia en el área. Además, es recomendable contar con herramientas y equipos adecuados para llevar a cabo las reparaciones de manera segura y eficiente. Mantener un registro detallado de todas las actividades de reparación también puede ser útil para realizar seguimiento y evaluación del proceso, identificar oportunidades de mejora y garantizar que los equipos estén en óptimas condiciones para su uso.

En la actualidad no se cuenta con un proceso definido, pero se tiene pensado a lo largo de la ejecución de mantenimiento ir creando un plan de retroalimentación y mejoramiento que permita documentar todos los procesos necesarios.

Tipo de problema	Posible causa	Acción a tomar
Falta de potencia eléctrica en la maquinaria	Fusibles quemados, cortocircuito, mal estado del cableado	Verificar el suministro eléctrico, reemplazar los fusibles o cableado defectuosos
Sobrecalentamiento de la máquina	Fallo en el sistema de refrigeración, acumulación de polvo y suciedad en el ventilador	Inspeccionar y limpiar el sistema de refrigeración, así como el ventilador
Vibración excesiva	Piezas sueltas o desgastadas	Apriete o reemplazo de piezas sueltas o desgastadas
Fugas de líquidos	Conexiones sueltas, juntas dañadas, mangueras rotas	Inspeccionar y reparar las conexiones, juntas y mangueras
Ruido excesivo	Piezas sueltas o desgastadas, mal alineamiento de las piezas móviles	Apriete o reemplazo de piezas sueltas o desgastadas, realineamiento de las piezas móviles
Mal funcionamiento del equipo	Fallo en los sensores, averías en los circuitos eléctricos, problemas de programación	Verificar el sistema de sensores y circuitos eléctricos, reprogramar el equipo si es necesario

Tabla 9 Resolución de problemas y reparación de equipos

Autoría: Propia

4.3.6. Capacitación del personal de mantenimiento

Luego de la ejecución de las actividades de capacitación del personal de mantenimiento, se ha notado una mejora significativa en el desempeño del equipo de mantenimiento. Los técnicos han adquirido nuevas habilidades y conocimientos que les permiten realizar de manera más efectiva y eficiente las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo.

El personal de mantenimiento ha demostrado una mayor conciencia sobre la importancia del mantenimiento preventivo y han comenzado a implementar prácticas más rigurosas y sistemáticas en su trabajo diario. También se ha notado una disminución en la cantidad de averías y fallas del equipo debido a la identificación temprana de posibles problemas y la realización oportuna de las acciones de mantenimiento necesarias. En general, la capacitación del personal de mantenimiento ha sido un éxito y se espera que continúen mejorando sus habilidades y conocimientos en el futuro.



Figura 19 Capacitación del personal de mantenimiento

Autoría: Propia

4.3.7. Medición de desempeño del plan de mantenimiento preventivo

La creación de indicadores de medición de desempeño del plan de mantenimiento preventivo es fundamental para evaluar la eficacia de las acciones implementadas y realizar mejoras continuas. En primer lugar, se debe definir el objetivo de cada indicador y establecer los criterios de evaluación. Algunos indicadores que pueden ser útiles son la tasa de fallas antes y después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo, el tiempo medio entre fallas, el porcentaje de equipos que han sido sometidos a mantenimiento preventivo, el cumplimiento del calendario de mantenimiento y el costo del mantenimiento preventivo en relación con el costo de reparaciones no planificadas.

Es importante que los indicadores de medición de desempeño sean sencillos, claros y fácilmente comprensibles por todo el personal involucrado en el plan de mantenimiento preventivo. Además, se debe establecer una frecuencia de evaluación adecuada y un sistema de registro y análisis de datos. Con los indicadores de medición de desempeño se puede identificar rápidamente los problemas y oportunidades de mejora en el plan de mantenimiento preventivo, lo que permite tomar decisiones acertadas para optimizar los recursos y mejorar la eficiencia del proceso de mantenimiento.

Indicador	Fórmula de cálculo	Objetivo
Tiempo promedio entre fallas (MTBF)	Horas totales de operación / número de fallas	Aumentar el MTBF para reducir el tiempo de inactividad
Tiempo promedio de reparación (MTTR)	Tiempo total de reparación / número de reparaciones	Reducir el MTTR para disminuir el tiempo de inactividad

Porcentaje de mantenimiento preventivo realizado	Número de tareas de mantenimiento preventivo realizadas / número total de tareas programadas	Asegurar que se estén realizando todas las tareas programadas de mantenimiento preventivo
Costo de mantenimiento por unidad producida	Costo total de mantenimiento / unidades producidas	Mantener los costos de mantenimiento dentro de un rango aceptable
Índice de confiabilidad	Número de horas de operación sin fallas / número total de horas de operación	Mejorar la confiabilidad del equipo para reducir el tiempo de inactividad
Tiempo promedio de reparación	Tiempo total de reparaciones / Número de reparaciones	Reducir el tiempo de inactividad del equipo debido a reparaciones
Porcentaje de equipos con mantenimiento preventivo realizado	Número de equipos con mantenimiento preventivo realizado / Total de equipos	Asegurar que todos los equipos reciban mantenimiento preventivo en el plazo establecido
Índice de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo	Número de tareas de mantenimiento preventivo realizadas en el plazo establecido / Total de tareas de mantenimiento preventivo programadas	Asegurar que el plan de mantenimiento preventivo se esté ejecutando según lo programado
Porcentaje de tiempo de inactividad del equipo debido a fallas	Tiempo de inactividad del equipo debido a fallas / Tiempo total de operación del equipo	Reducir el tiempo de inactividad del equipo debido a fallas
Costo total de mantenimiento por hora de operación	Costo total de mantenimiento / Total de horas de operación	Mantener los costos de mantenimiento por debajo del presupuesto establecido

Tabla 10 Tabla de indicadores

Autoría: Propia

4.4. Implementación del plan de mantenimiento preventivo del fabricante.

4.4.1. Asignación de responsabilidades y capacitación del personal

La asignación de responsabilidades y la capacitación del personal son aspectos cruciales para el éxito en la implementación de cualquier plan de mejora en una empresa. En este sentido, se utilizó un enfoque participativo para involucrar a los empleados y responsabilidades específicas fueron asignadas a los miembros del equipo. Para ello, se elaboró un organigrama en el que se definieron los roles y responsabilidades de cada uno de los miembros del equipo, teniendo en cuenta sus habilidades y experiencia.

Además, se llevó a cabo un programa de capacitación para el personal técnico encargado del mantenimiento de las máquinas, en el que se utilizaron diversas herramientas como manuales de usuario, guías de referencia y videos de capacitación. Asimismo, se organizaron sesiones de entrenamiento práctico en las que los técnicos pudieron aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones reales. De esta forma, se logró mejorar la competencia del personal y se redujo el tiempo de respuesta ante cualquier eventualidad en el funcionamiento de las máquinas.

También se implementaron estrategias para mejorar la comunicación y el trabajo en equipo, a fin de fomentar un ambiente colaborativo y propicio para la resolución de problemas. Para ello, se establecieron reuniones periódicas en las que se discutían los avances y los retos en la implementación de las acciones, se promovió la retroalimentación constructiva y se incentivó la participación activa de todos los miembros del equipo. De esta manera, se logró generar un compromiso y una motivación mayor en el personal, lo que contribuyó a la consecución de los objetivos planteados en el plan de mejora.

	SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO INTEGRAL		FT-MT-016
	PERFIL DEL CARGO		VERSIÓN: 00 FECHA:25-01-2023
1. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO			
NOMBRE DEL CARGO:	Auxiliar de mantenimiento		
AREA A LA QUE PERTENECE:	Área Administrativa y Financiera		
NIVEL DEL CARGO:	Auxiliar		
2. OBJETIVO DEL CARGO			
Prestar servicios de mantenimiento en todas las sedes de People Contact S.A.S Garantizar a la empresa el correcto funcionamiento de los sistemas			
3. FUNCIONES ESPECIFICAS DEL CARGO			
Realizar los movimientos y reparaciones locativas según aprobación por parte de Jefe inmediato.			
Solicitar a jefe inmediato las compras necesarias para los mantenimientos mediante los formatos requeridos para estas compras.			
Colaborar con levantamiento de activos fijos e inventario cuando sea necesario.			
Estar pendiente de las adecuaciones, ampliaciones y remodelaciones en relación a mantenimientos necesarios.			
Recibir requerimientos de jefe inmediato y lider de proyectos en cuestión de visitas con diferentes contratistas para los proyectos que se adelantan.			
Cualquier otra que considere su Jefe inmediato y sea inherente a su cargo.			
Cumplir con las políticas establecidas por seguridad y salud en el trabajo, así como las otras políticas contempladas para la organización.			
Mantener en completo orden y aseo sus áreas de trabajo.			
Todas las demás relacionadas con el cargo y que su jefe inmediato considere.			
4. CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA			
Nivel de formación académica:			
Bachiller:		Técnico:	x
Estudiante Universitario:		Profesional:	
Áreas de Formación :	administrativas, tecnológicas, administrativas o afines.		
Conocimientos complementarios:	Reparaciones locativas y mantenimiento general de instalaciones, conocimiento en pintura, mampostería,		
Tiempo de experiencia requerido en el cargo:	6 meses de experiencia relacionada		
Homologación Nivel Operativo	No aplica homologación (Caso exclusivo de Auxiliares de servicios generales y Auxiliar de mantenimiento a los		
5. COMPETENCIAS CORPORATIVAS			
Nivel Requerido	Bajo	Medio	Alto
Creatividad E Innovación		x	
Ética y Confidencialidad		x	
Orientación A Resultados		x	
Trabajo En Equipo		x	
6. COMPETENCIAS LABORALES			
Nivel Requerido	Bajo	Medio	Alto
Cumplimiento de Normas y Políticas de la Empresa			x
Planeación del Trabajo		x	
Relaciones Interpersonales		x	
Resolución de Conflictos		x	
Orientación al Cliente		x	
7. NIVEL DE RIESGO			
Carga Física:			

	SISTEMA DE GESTION DE MANTENIMIENTO INTEGRAL			FT-MT-016
	PERFIL DEL CARGO			VERSIÓN: 00 FECHA: 25-01-2023
1. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO				
NOMBRE DEL CARGO:	Técnico de mantenimiento			
AREA A LA QUE PERTENECE:	Área Administrativa y Financiera			
NIVEL DEL CARGO:	Auxiliar			
2. OBJETIVO DEL CARGO				
Prestar servicios de mantenimiento en todas las sedes de People Contact S.A.S Garantizar a la empresa el correcto funcionamiento de los sistemas				
3. FUNCIONES ESPECIFICAS DEL CARGO				
Realizar los movimientos y reparaciones locativas en las diferentes sedes de Manizales según aprobación por parte de Jefe inmediato.				
Visitar todas las sedes de la empresa y velar por que se encuentren en perfecto estado en relación al aseo, vigilancia y mantenimiento ya que el personal de				
Recibir solicitudes de las áreas de la empresa en cuestión de mantenimiento, servicios y adecuación de bienes.				
Solicitar a la dirección administrativa las compras necesarias para los mantenimientos mediante los formatos requeridos para estas compras.				
Colaborar con levantamiento de activos fijos e inventario cuando sea necesario.				
Estar pendiente de las adecuaciones, ampliaciones y remodelaciones de las sedes en relación a mantenimientos necesarios.				
Recibir requerimientos de dirección administrativa y lider de proyectos en cuestión de visitas con diferentes contratistas para los proyectos que se				
Cualquier otra que considere su Jefe inmediato y sea inherente a su cargo.				
Todas las demás relacionadas con el cargo y que su jefe inmediato considere.				
4. CONOCIMIENTO Y EXPERIENCIA				
Nivel de formación académica:				
Bachiller:		Técnico:	X	Tecnólogo:
Estudiante Universitario:		Profesional:		Post Grado:
Áreas de Formación :	administrativas, tecnológicas, administrativas o afines.			
Conocimientos complementarios:	Reparaciones locativas y mantenimiento general de instalaciones, conocimiento en pintura, mampostería,			
Tiempo de experiencia requerido en el cargo:	6 meses de experiencia relacionada			
Homologación Nivel Auxiliar	Título de formación técnica profesional por aprobación de 2 años en educación superior o por 2 años de experiencia			
5. COMPETENCIAS CORPORATIVAS				
Nivel Requerido	Bajo	Medio	Alto	
Creatividad E Innovación		X		
Ética y Confidencialidad		X		
Orientación A Resultados		X		
Trabajo En Equipo		X		
6. COMPETENCIAS LABORALES				
Nivel Requerido	Bajo	Medio	Alto	
Cumplimiento de Normas y Políticas de la Empresa			X	
Planeación del Trabajo		X		
Relaciones Interpersonales		X		
Resolución de Conflictos		X		
Orientación al Cliente		X		
7. NIVEL DE RIESGO				
Carga Física:				

Figura 20 Perfiles de los puestos de trabajos
Autoría: Propia

4.4.2. Sistema de registro y seguimiento del mantenimiento preventivo

La implementación de un sistema de registro y seguimiento del mantenimiento preventivo puede ser una herramienta valiosa para mejorar la eficiencia y prolongar la vida útil de las máquinas. Sin embargo, en la práctica, puede haber desafíos que dificulten su aplicación efectiva. Entre los problemas encontrados en su aplicación, se pueden mencionar la falta de motivación del personal, la falta de capacitación adecuada y la resistencia al cambio.

Por otro lado, también se presentan oportunidades para mejorar el sistema, como la implementación de un software especializado en la gestión del mantenimiento preventivo, la capacitación continua del personal y la utilización de herramientas de seguimiento y monitoreo en tiempo real. Es importante tener en cuenta que la implementación exitosa de un sistema de registro y seguimiento del mantenimiento preventivo requiere de un compromiso constante y una cultura organizacional orientada a la mejora continua.



*Figura 21 Sistema de registro y seguimiento del mantenimiento preventivo
Autoría: Propia*

Para mejorar la aplicación del sistema, se pueden tomar varias medidas, como la asignación de responsabilidades claras y específicas, la capacitación del personal en la importancia del mantenimiento preventivo y la implementación de incentivos para el personal que cumpla con los objetivos de mantenimiento. Además, se pueden establecer indicadores de desempeño y realizar un seguimiento periódico de los resultados para asegurar que el sistema esté funcionando de manera efectiva.

Oportunidades	Debilidades
Uso de tecnología para el registro y seguimiento automatizado del mantenimiento preventivo	Falta de capacitación del personal en el uso del sistema de registro y seguimiento
Implementación de alertas y recordatorios para el mantenimiento preventivo planificado	Falta de integración del sistema de registro y seguimiento con el sistema de gestión de inventario
Uso de indicadores clave de rendimiento para medir la eficacia del sistema de mantenimiento preventivo	Falta de actualización regular de la información de registro y seguimiento
Integración del sistema de registro y seguimiento con el sistema de monitoreo de condiciones para el mantenimiento predictivo	Falta de uso de datos para la mejora continua del sistema de mantenimiento preventivo
Capacitación continua del personal en la importancia del mantenimiento preventivo y el uso del sistema de registro y seguimiento	Falta de recursos financieros para la mejora del sistema de mantenimiento preventivo

Tabla 11 Oportunidades y debilidades para sistema de registro y seguimiento

Autoría: Propia

4.4.3. Programación de tareas de mantenimiento en el calendario

La programación de tareas de mantenimiento en el calendario es una práctica esencial para garantizar la continuidad del proceso de producción y reducir el riesgo de fallas en las máquinas críticas. En este sentido, se utilizó un sistema de gestión de mantenimiento (EXCEL) para programar las tareas y generar alertas de mantenimiento preventivo en el calendario.

Durante la implementación de esta práctica, se encontraron algunos problemas, como la falta de coordinación entre el personal encargado del mantenimiento y los operadores de las máquinas, lo que a veces resultó en la interrupción de la producción debido a la programación inadecuada de las tareas de mantenimiento. Sin embargo, también se identificaron oportunidades para mejorar la eficiencia del proceso de programación, como la implementación de un sistema de seguimiento en tiempo real que permita la actualización constante de las tareas programadas y la asignación de responsabilidades específicas a los miembros del equipo de mantenimiento.

Para mejorar la programación de tareas de mantenimiento en el calendario, es necesario implementar un sistema de seguimiento en tiempo real que permita la actualización constante de las tareas programadas y la asignación de responsabilidades específicas a los miembros del equipo de mantenimiento. Además, se debe mejorar la coordinación entre el personal encargado del mantenimiento y los operadores de las máquinas, estableciendo protocolos claros para la programación de las tareas de mantenimiento y la asignación de responsabilidades. Finalmente, se recomienda realizar una evaluación periódica del sistema de programación de tareas de mantenimiento para identificar oportunidades de mejora y garantizar la eficiencia del proceso.



*Figura 22 Programación de tareas de mantenimiento en el calendario
Autoría: Propia*

4.4.4. *Inspecciones regulares y ejecución de tareas programadas*

La realización de inspecciones regulares y la ejecución de tareas programadas son aspectos fundamentales para mantener en buen estado las maquinarias y equipos. Durante la aplicación de estas medidas, se han identificado algunas oportunidades para mejorar la eficiencia del proceso. Por ejemplo, se ha encontrado que algunos empleados no están capacitados adecuadamente para llevar a cabo inspecciones de forma rigurosa, lo que puede generar fallas y averías en los equipos.



*Figura 23 Inspecciones regulares y ejecución de tareas programadas
Autoría: Propia*

Para solucionar este problema, se ha propuesto un plan de capacitación para los trabajadores involucrados en el mantenimiento de los equipos, con el fin de mejorar sus habilidades y conocimientos técnicos. Asimismo, se han identificado algunas debilidades en la ejecución de tareas programadas, como la falta de supervisión adecuada y el incumplimiento de los plazos establecidos.

Para mejorar esta situación, se ha propuesto la implementación de un sistema de monitoreo y seguimiento de las tareas programadas, que permita llevar un registro detallado de su

cumplimiento y hacer ajustes cuando sea necesario. Además, se buscará mejorar la comunicación entre los equipos de mantenimiento y producción, para garantizar que las inspecciones y tareas programadas se realicen de forma oportuna y efectiva.

Aspecto a evaluar	Problemas encontrados	Oportunidades encontradas	Acciones de mejora propuestas
Planificación de inspecciones y tareas	Falta de planificación adecuada y oportuna de tareas	Oportunidad de mejorar la planificación y asignación de recursos	Implementar un programa de planificación y seguimiento de inspecciones y tareas programadas
			Capacitación al personal en técnicas de planificación y programación de tareas
			Mejorar la comunicación y coordinación entre departamentos
Ejecución de inspecciones y tareas programadas	Incumplimiento de los plazos programados	Oportunidad de mejorar la eficiencia y calidad en la ejecución de inspecciones y tareas programadas	Implementar un sistema de seguimiento y control del cumplimiento de las tareas programadas
			Asegurar la disponibilidad de recursos y herramientas necesarias para la realización de las tareas
			Capacitación al personal en técnicas de inspección y mantenimiento

Aspecto a evaluar	Problemas encontrados	Oportunidades encontradas	Acciones de mejora propuestas
Registro y seguimiento de inspecciones y tareas programadas	Falta de registro y seguimiento adecuado y oportuno de las inspecciones y tareas programadas	Oportunidad de mejorar la eficiencia en el registro y seguimiento de inspecciones y tareas programadas	<p>Implementar un sistema de registro y seguimiento de inspecciones y tareas programadas</p> <p>Capacitación al personal en el uso de herramientas y sistemas de registro y seguimiento</p> <p>Realizar auditorías periódicas al sistema de registro y seguimiento para evaluar su eficiencia y eficacia</p>

Tabla 12 Tabla de Evaluación de las oportunidades de las inspecciones

Autoría: Propia

4.4.5. Evaluación y actualización del plan de mantenimiento preventivo

La evaluación y actualización del plan de mantenimiento preventivo es un proceso continuo y esencial para asegurar la eficacia de las estrategias implementadas. Durante su aplicación, se encontraron ciertos problemas, como la falta de datos actualizados y la falta de personal especializado para llevar a cabo la evaluación. También se identificó una oportunidad para mejorar la comunicación y la coordinación entre los departamentos involucrados en el proceso de mantenimiento preventivo.

Para mejorar la evaluación y actualización del plan de mantenimiento preventivo, se pueden llevar a cabo diversas acciones. Una de ellas es la implementación de tecnologías de

monitoreo y análisis de datos en tiempo real, lo que permitiría una evaluación más precisa y oportuna de los equipos y sus necesidades de mantenimiento. Asimismo, se pueden llevar a cabo capacitaciones y programas de actualización para el personal encargado de la evaluación, con el fin de garantizar su eficacia y eficiencia. Además, la comunicación y coordinación entre departamentos pueden mejorarse mediante la implementación de sistemas de información y gestión de datos integrados.

4.5. Evaluación de disponibilidad de maquinarias mediante KPI

4.5.1. Recopilación de datos de disponibilidad de maquinaria

La recopilación de datos de disponibilidad de maquinaria es una tarea crucial para poder evaluar la efectividad del mantenimiento preventivo. Sin embargo, durante la implementación del proceso de recopilación de datos, se encontraron algunos problemas. Uno de ellos fue la falta de colaboración del personal encargado de las máquinas para proporcionar información precisa y actualizada sobre el estado de las mismas. Esto a su vez, afectó la fiabilidad de los datos recopilados y su posterior análisis.

A pesar de los desafíos mencionados anteriormente, se identificaron oportunidades para mejorar el proceso de recopilación de datos. En primer lugar, se observó la necesidad de implementar un sistema de registro y seguimiento más eficiente y automatizado para evitar la falta de información y la duplicación de datos. También se vio la necesidad de involucrar al personal de manera más activa en el proceso de recopilación de datos, mediante la capacitación y la sensibilización sobre la importancia de la disponibilidad de maquinaria en el rendimiento general de la empresa.

Para mejorar el proceso de recopilación de datos de disponibilidad de maquinaria, se pueden tomar varias acciones. Una de ellas sería la implementación de herramientas de seguimiento automatizado que permitan la obtención de información en tiempo real, como el uso de sensores para el monitoreo de las máquinas. Además, se pueden desarrollar programas de capacitación y sensibilización para el personal que maneja las maquinarias, y establecer una comunicación más efectiva y clara entre los diferentes departamentos involucrados en el proceso de mantenimiento preventivo. De esta manera, se puede garantizar una mayor precisión y fiabilidad en los datos recopilados, lo que a su vez contribuirá a una mejor evaluación de la disponibilidad de maquinaria y a la toma de decisiones en cuanto al mantenimiento preventivo.

4.5.2. Cálculo del indicador de disponibilidad

El cálculo del indicador de disponibilidad es fundamental para medir la eficiencia del plan de mantenimiento preventivo en la maquinaria. Para implementar este indicador, es necesario contar con una base de datos que registre los tiempos de producción y de inactividad de la maquinaria. A partir de estos datos, se puede calcular el porcentaje de tiempo que la maquinaria estuvo disponible para producir en un periodo determinado.

Durante la implementación del cálculo del indicador de disponibilidad, se pueden presentar algunos problemas. Por ejemplo, si no se registran adecuadamente los tiempos de producción y de inactividad, los resultados obtenidos no serán precisos. Además, es importante contar con un sistema de registro de datos confiable, para evitar pérdidas de información y asegurar que los datos sean consistentes y completos.

Para mejorar el cálculo del indicador de disponibilidad, se pueden implementar acciones como la automatización del registro de datos mediante sensores, la capacitación del personal

encargado del registro y la revisión constante de los datos registrados para asegurar su calidad. De esta forma, se logrará obtener un indicador de disponibilidad más preciso y confiable, lo que permitirá una mejor evaluación de la eficacia del plan de mantenimiento preventivo en la maquinaria.



*Figura 24 Seguimiento de indicador de disponibilidad
Autoría: Propia*

4.5.3. Análisis de los resultados y establecimiento de metas

La evaluación de la disponibilidad de maquinarias mediante indicadores de mantenimiento preventivo permite medir la efectividad del plan de mantenimiento preventivo y la capacidad de la maquinaria para cumplir con los objetivos de producción. Una vez que se han recopilado los datos de disponibilidad, se procede al cálculo del indicador de disponibilidad, el cual refleja la

cantidad de tiempo que la maquinaria está disponible para su uso en comparación con el tiempo programado.

Después de calcular el indicador de disponibilidad, se realiza un análisis de los resultados para identificar las áreas que requieren mejoras. Es importante establecer metas para mejorar la disponibilidad de la maquinaria y monitorear el progreso a lo largo del tiempo. En la implementación del análisis de los resultados y establecimiento de metas se encontraron algunos desafíos, como la falta de datos precisos o la incapacidad de rastrear el tiempo de inactividad no planificado de la maquinaria.

Para mejorar la implementación del análisis de los resultados y establecimiento de metas, es importante utilizar herramientas adecuadas para el seguimiento de la disponibilidad de la maquinaria y la medición del tiempo de inactividad. También se deben establecer procedimientos claros para la recopilación de datos y la comunicación de resultados. Además, se pueden implementar estrategias para la optimización del tiempo de inactividad no planificado, como la capacitación del personal de mantenimiento y la mejora del mantenimiento preventivo.

4.5.4. Implementación de medidas correctivas

La implementación de medidas correctivas es un proceso crítico dentro del plan de mantenimiento preventivo. Estas medidas se toman para abordar los problemas identificados durante las actividades de inspección, seguimiento y evaluación. La implementación de medidas correctivas asegura que los equipos y maquinarias continúen funcionando de manera óptima y evita fallas catastróficas que podrían resultar en costos elevados de reparación y pérdida de productividad.

La implementación de medidas correctivas comienza con la identificación de las causas raíz de los problemas identificados durante la evaluación del plan de mantenimiento preventivo. Una vez que se identifican las causas raíz, se desarrolla un plan de acción para abordarlas de manera efectiva. El plan de acción debe incluir detalles sobre quién será responsable de la implementación de las medidas correctivas, qué recursos serán necesarios y cuál será el cronograma de implementación.

Es importante que las medidas correctivas sean monitoreadas para asegurar que se están llevando a cabo de manera efectiva. El seguimiento continuo permite realizar ajustes en caso de que sea necesario y asegura que los equipos y maquinarias sigan funcionando de manera óptima. Además, los resultados de la implementación de medidas correctivas deben ser evaluados para determinar si se han alcanzado los objetivos previstos y si se han logrado mejoras en el rendimiento y la eficiencia del equipo.

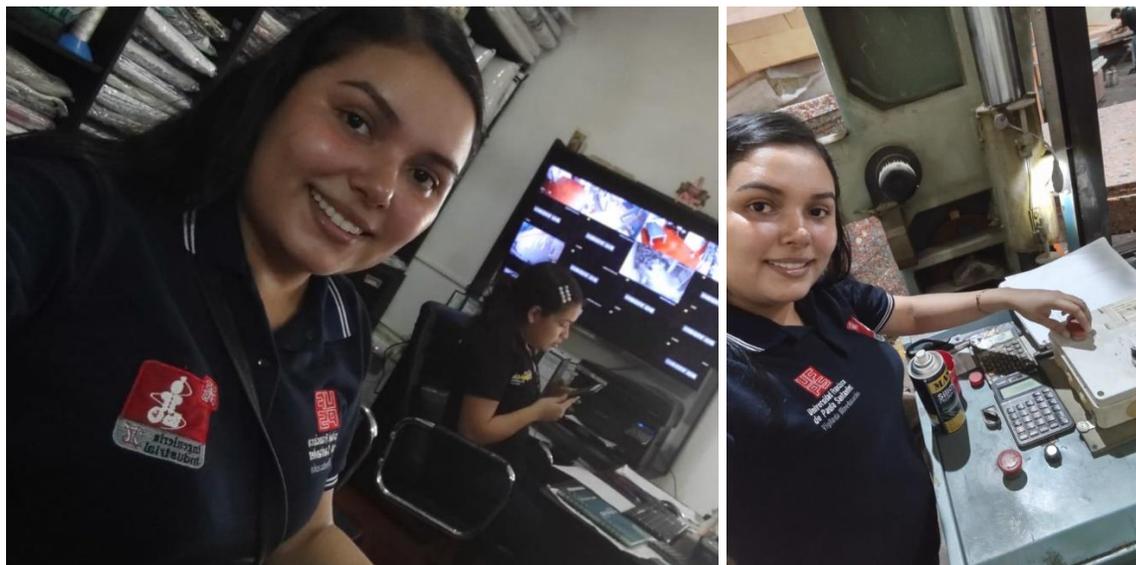




Figura 25 planes de mantenimiento preventivo y correctivo

Autoría: Propia

(VER ANEXO)

Anexo 4 Procedimiento para la ejecución de planes de mantenimiento

Autoría: Propia

4.5.5. Seguimiento y evaluación del impacto de las medidas correctivas.

Luego de la implementación de medidas correctivas, es importante llevar a cabo un seguimiento y evaluación de su impacto en la eficiencia y eficacia del equipo y del proceso productivo en general. Para ello, se pueden llevar a cabo diversas actividades que permitan medir y comparar el desempeño antes y después de las medidas implementadas.

Una de las herramientas más útiles para el seguimiento y evaluación de medidas correctivas es el registro de incidencias o fallas, que permite hacer un seguimiento de los problemas que se presentan en el equipo o proceso y su frecuencia. De esta manera, se puede determinar si las medidas implementadas han sido efectivas en la reducción de fallas y si se requieren ajustes adicionales para mejorar el desempeño.

Otra herramienta útil es el análisis de indicadores clave de desempeño, como la disponibilidad y confiabilidad del equipo, el tiempo de inactividad y la eficiencia del proceso. Estos indicadores permiten medir el impacto de las medidas correctivas en términos de la reducción de tiempos de inactividad y la mejora de la eficiencia y la productividad. Con base en estos datos, se pueden identificar oportunidades de mejora y ajustar el plan de mantenimiento preventivo para mantener y mejorar el desempeño del equipo y del proceso.

Conclusiones

La empresa industrial La Cima del Norte SAS presentaba inicialmente deficiencias en su gestión de mantenimiento, Puesto que no contaba con un sistema definido para el control y manejo de la información, los procesos de mantenimiento no están estandarizados y hay problemas en el registro y seguimiento de las actividades de mantenimiento. Estas deficiencias afectan la eficiencia y eficacia de los procesos de mantenimiento.

La falta de un plan de mantenimiento preventivo en la empresa ocasionaba problemas en la disponibilidad y eficiencia de los equipos y herramientas, aumentar los costos de reparación y reemplazo, generar tiempos de inactividad prolongados, poner en riesgo la seguridad de los trabajadores y dificultar el cumplimiento de los estándares de seguridad. La implementación de un plan de mantenimiento preventivo adecuado se propone como estrategia para mejorar la disponibilidad, eficiencia y seguridad de los equipos y herramientas.

La asignación de responsabilidades claras y la capacitación adecuada del personal son elementos fundamentales para el éxito en la implementación de un plan de mantenimiento preventivo. Al involucrar a los empleados y asignar responsabilidades específicas, se logra mejorar la competencia del personal y reducir el tiempo de respuesta ante problemas en las máquinas.

La implementación de sistemas de registro y seguimiento del mantenimiento preventivo, así como la programación adecuada de tareas de mantenimiento, son aspectos cruciales para prolongar la vida útil de las máquinas y reducir el riesgo de fallas. La utilización de tecnología, la integración de sistemas, el uso de indicadores clave de rendimiento y la capacitación continua del personal son oportunidades importantes para mejorar la eficiencia y efectividad de estos sistemas.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el proyecto, algunas recomendaciones que se le presentaron a la empresa Industrias La Cima Del Norte SAS:

- Mejorar la documentación y seguimiento del mantenimiento preventivo: Es recomendable implementar un sistema de gestión de mantenimiento que permita llevar un registro detallado de las actividades realizadas, los intervalos de mantenimiento, las piezas de repuesto utilizadas y cualquier otra información relevante. Esto facilitará la planificación futura y garantizará un mantenimiento oportuno y efectivo.
- Es importante establecer un programa de capacitación continua para el personal de mantenimiento: Es importante invertir en el desarrollo de habilidades y conocimientos del equipo de mantenimiento. Proporcionar oportunidades de capacitación regular les permitirá estar al tanto de las últimas técnicas y mejores prácticas en el campo del mantenimiento preventivo. Esto garantizará un desempeño óptimo y la capacidad de abordar eficientemente cualquier problema que surja.
- Realizar análisis periódicos de criticidad y rendimiento de las máquinas: Es recomendable llevar a cabo evaluaciones regulares de la criticidad de las máquinas y el rendimiento de las mismas. Esto implica identificar las máquinas más críticas para el proceso productivo y asegurarse de que se les brinde una atención adecuada en términos de mantenimiento preventivo. Además, realizar un seguimiento del rendimiento de las máquinas a través de indicadores clave de desempeño ayudará a identificar posibles áreas de mejora y optimización.

Bibliografía

- García Garrido, S. (2014). Elaboración de Planes de mantenimiento. <http://www.santiagogarciagarrido.com/index.php/actividades-de-idi/planes-demantenimiento>.
- NAVARRO ELOLA, Luis, Gestión integral de mantenimiento, Marcombo Boixareu Editores, Barcelona, 1997. 112 p
- REY SACRISTAN, Francisco, Mantenimiento total de la producción (TPM): proceso de implantación y desarrollo, Fundación Confemetal. Madrid. s.f. 349 p.
- REY SACRISTAN, Francisco, Manual del mantenimiento integral en la empresa, Fundación Confemetal. Madrid. 2001. 465 p.
- LEZANA GARCIA, Emilio, Curso superior de mantenimiento industrial, Comisión Latinoamericana de Productividad y Medio Ambiente. s.l. edición copias. s.f. T. II; 238 p.
- Tamaris Velez, M. E. (2004). Diseño de un plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa Mirasol S.A. Ecuador.
- Wikipedia, I. (07 de 10 de 2012). [wikipedia.org](http://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos#Bases_de_datos_orientadas_a_objetos). Obtenido de http://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos#Bases_de_datos_orientadas_a_objetos
- Pastor Tejedo, A. (1997). Gestión Integral de Mantenimiento. Marcombo: Boixareu Editores
- Espinoza Montes, C. A. (2010). Metodología de investigación tecnológica. Pensando en sistemas. Huancayo, Perú: Imagen Gráfica SAC.

Gaither Norman; Frazier Grey. ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES.

Cuarta Edición. Editorial Thomson Editorial Soluciones Empresariales. México 2000. Pág.

748 -750